



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DA REDE NORDESTE DE
ENSINO (RENOEN)

FRANCISCO DE ASSIS SOUZA ALEXANDRE

CAMPI INTELIGENTES: INFLUÊNCIAS NO APRIMORAMENTO DO PROCESSO
DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA

FORTALEZA

2026

FRANCISCO DE ASSIS SOUZA ALEXANDRE

CAMPI INTELIGENTES: INFLUÊNCIAS NO APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em ENSINO da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor. Área de concentração: Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Auzuir Ripardo de Alexandria.

Coorientador: Prof. Dr. Francisco José Alves de Aquino.

FORTALEZA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A381c Alexandre, Francisco de Assis Souza.
Campi Inteligentes: Influências no Aprimoramento do Processo de Ensino-Aprendizagem de Engenharia / Francisco de Assis Souza Alexandre. - 2026.
299 f. : il. color.
- Tese (doutorado) - Instituto Federal do Ceará, Doutorado Acadêmico em Ensino (Renoen), Campus Fortaleza, 2026.
Orientação: Prof. Dr. Auzuir Ripardo de Alexandria.
Coorientação: Prof. Dr. Francisco José Alves de Aquino.
1. Campus inteligente. 2. Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia. 3. Ensino-aprendizagem. 4. Indicadores. I. Título.
-

FRANCISCO DE ASSIS SOUZA ALEXANDRE

CAMPI INTELIGENTES: INFLUÊNCIAS NO APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em ENSINO da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor. Área de concentração: Ensino.

Aprovado (a) em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Auzuir Ripardo de Alexandria (Orientador/Presidente da banca)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dr. Francisco José Alves de Aquino (Coorientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Paulo César Cortez
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. John Hebert da Silva Felix
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab)

Profª. Dra. Maria José Costa dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Glendo de Freitas Guimarães
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

A Deus.

Aos meus pais.

Aos mestres.

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta tese representa não apenas o encerramento de uma etapa acadêmica, mas a materialização de um percurso coletivo, construído com o apoio, incentivo e contribuição de diversas pessoas e instituições.

Inicialmente, expresso minha profunda gratidão aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade, pelas valiosas contribuições e pelo rigor acadêmico empregado na análise deste trabalho, que certamente contribuíram para o seu aprimoramento e fortalecimento científico.

De maneira especial, registro meu sincero agradecimento ao meu professor orientador, Auzuir, e ao meu professor coorientador, Francisco José, pela condução segura e dedicada ao longo desta trajetória. Agradeço pelas orientações precisas, pela confiança depositada, pelo constante incentivo e pelas contribuições fundamentais para o desenvolvimento e a consolidação desta pesquisa.

À minha esposa, manifesto meu reconhecimento mais sincero pelo apoio incondicional, pela compreensão nos momentos de ausência e pelas palavras de incentivo que foram fundamentais ao longo desta jornada. De forma ainda mais especial, registro a alegria e a transformação trazidas pela chegada do nosso Theo, que iluminou este percurso e ressignificou cada esforço empreendido.

Aos meus pais, agradeço pela base sólida de valores, pelo incentivo à educação e por todo o suporte ao longo da minha trajetória.

Aos meus professores, que contribuíram de forma significativa para minha formação acadêmica e intelectual, deixo minha admiração e gratidão pelos ensinamentos compartilhados, pelas orientações e pelo compromisso com a excelência.

Aos colegas e alunos do doutorado, agradeço pela troca de experiências, pelo apoio mútuo e pelo ambiente colaborativo que tornou essa caminhada mais rica e significativa.

Por fim, estendo meus agradecimentos a todos aqueles que compõem a estrutura de apoio do IFCE, cujo trabalho, muitas vezes silencioso, é essencial para o funcionamento institucional e para a viabilização de pesquisas como esta.

A todos, o meu muito obrigado.

“É essencial que educadores conheçam seus alunos, suas famílias e suas histórias de vida. Esses elementos dizem muito sobre quem são os alunos, ajudam a compreender seus comportamentos, suas formas de agir perante o outro, suas dificuldades, e será fundamental na mediação do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (Freire, 1996, p. 47).

RESUMO

As transformações sociais, econômicas e tecnológicas contemporâneas têm impactado significativamente as instituições educacionais, que buscam se adaptar à crescente incorporação de tecnologias digitais. No ensino superior de Engenharia, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) estabelecem um marco regulatório orientado à formação de profissionais mais inovadores e preparados para os desafios contemporâneos. Nesse contexto, emergem os *campi* inteligentes, inspirados no conceito de cidades inteligentes, que utilizam tecnologias digitais integradas para aprimorar a qualidade dos serviços e potencializar o engajamento da comunidade acadêmica. Apesar desses avanços, a incorporação dessas soluções ao processo de ensino-aprendizagem ainda enfrenta desafios, especialmente em contextos heterogêneos como o brasileiro, evidenciando a necessidade de compreender e mensurar as influências dos *campi* inteligentes, em articulação com as novas DCNs de Engenharia, no aprimoramento do processo formativo. Partindo da hipótese de que a implementação de um *campus* inteligente, fundamentada nas novas DCNs de Engenharia, pode contribuir para a melhoria do ensino-aprendizagem, esta pesquisa teve como objetivo propor um conjunto de indicadores para análise de *campi* inteligentes no contexto educacional. A pesquisa, de natureza exploratória e aplicada, foi desenvolvida em quatro etapas: (i) mapeamento do estado da arte; (ii) levantamento e análise de sistemas avaliativos de *campi* inteligentes; (iii) identificação de interseções entre os princípios de *campi* inteligentes e as DCNs de Engenharia; e (iv) aplicação empírica do conjunto de indicadores no *campus* Caucaia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Os resultados evidenciam a inexistência de consenso conceitual na literatura sobre *campi* inteligentes, a dispersão das iniciativas voltadas ao ensino e a lacuna de modelos avaliativos centrados no processo de ensino-aprendizagem. Como principal contribuição, a pesquisa propõe um conjunto estruturado de indicadores para *campi* inteligentes integrado às DCNs de Engenharia, capaz de avaliar, de forma sistêmica, dimensões pedagógicas, tecnológicas e institucionais, constituindo um instrumento para análise e apoio à tomada de decisão em contextos educacionais. A aplicação do conjunto evidenciou sua aplicabilidade e relevância para subsidiar a gestão acadêmica e promover ambientes educacionais mais inovadores, adaptáveis e orientados ao desenvolvimento de competências.

Palavras-chave: *Campus* inteligente. Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia. Ensino-aprendizagem. Indicadores.

ABSTRACT

Contemporary social, economic, and technological transformations have significantly impacted educational institutions, which seek to adapt to the increasing incorporation of digital technologies. In higher education in Engineering, the new National Curriculum Guidelines (DCNs) establish a regulatory framework oriented towards the training of more innovative professionals prepared for contemporary challenges. In this context, smart campuses emerge, inspired by the concept of smart cities, which use integrated digital technologies to improve the quality of services and enhance the engagement of the academic community. Despite these advances, the incorporation of these solutions into the teaching-learning process still faces challenges, especially in heterogeneous contexts such as the Brazilian one, highlighting the need to understand and measure the influences of smart campuses, in conjunction with the new Engineering DCNs, on improving the training process. Based on the hypothesis that the implementation of a smart campus, grounded in the new Engineering DCNs, can contribute to the improvement of teaching and learning, this research aimed to propose a set of indicators for the analysis of smart campuses in the educational context. This exploratory and applied research was developed in four stages: (i) mapping the state of the art; (ii) surveying and analyzing evaluation systems for smart campuses; (iii) identifying intersections between the principles of smart campuses and the National Curriculum Guidelines for Engineering; and (iv) empirical application of the set of indicators at the Caucaia campus of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará (IFCE). The results highlight the lack of conceptual consensus in the literature on smart campuses, the dispersion of initiatives focused on teaching, and the gap in evaluation models centered on the teaching-learning process. As a main contribution, the research proposes a structured set of indicators for smart campuses integrated with the National Curriculum Guidelines for Engineering, capable of systematically evaluating pedagogical, technological, and institutional dimensions, constituting an instrument for analysis and support for decision-making in educational contexts. The application of the set demonstrated its applicability and relevance in supporting academic management and promoting more innovative, adaptable, and competency-oriented educational environments.

Keywords: Smart campus. National Engineering Curricular Guidelines. Teaching-learning. Indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Frequência das áreas para <i>campi</i> inteligentes.....	68
Figura 2 — Distribuição dos profissionais registrados no Confea por Estados brasileiros.....	71
Figura 3 — Desempenho dos cursos de Engenharia através do Enade.....	73
Figura 4 — Síntese da estrutura das novas DCNs de Engenharia.....	83
Figura 5 — Síntese da metodologia proposta para a pesquisa.....	94
Figura 6 — Áreas nas quais os indicadores foram distribuídos.....	97
Figura 7 — Localização do <i>campus</i> IFCE Caucaia.....	158
Figura 8 — Você já conhecia o conceito de <i>campus</i> inteligente?.....	189
Figura 9 — Características que definem melhor um <i>campus</i> inteligente.....	190
Figura 10 — Em uma escala de 1 a 5, quão importante você acredita que é a implementação de tecnologias inteligentes em um <i>campus</i> universitário?	191
Figura 11 — Você acredita que um <i>campus</i> inteligente pode melhorar a experiência acadêmica e o desempenho dos alunos?.....	191
Figura 12 — Você se sentiria mais seguro em um <i>campus</i> que utiliza tecnologias inteligentes de segurança?.....	193
Figura 13 — Você acredita que um <i>campus</i> inteligente pode contribuir para a sustentabilidade ambiental?.....	193
Figura 14 — Se pudesse escolher, você escolheria estudar em um <i>campus</i> tradicional ou em um <i>campus</i> inteligente?.....	194
Figura 15 — Você se sentiria confortável com a coleta de dados pessoais para melhorar os serviços oferecidos por um <i>campus</i> inteligente?.....	195
Figura 16 — Você acredita que um <i>campus</i> inteligente pode facilitar a colaboração entre alunos, professores e funcionários?.....	196
Figura 17 — Você já teve alguma experiência prévia em um <i>campus</i> universitário que você considera inteligente?.....	197
Figura 18 — Você acredita que um <i>campus</i> inteligente pode aumentar a produtividade acadêmica dos alunos?.....	199
Figura 19 — Você gostaria de participar de projetos de pesquisa ou desenvolvimento relacionados a <i>campus</i> inteligente durante seus estudos?.....	200
Figura 20 — Você acredita que a implementação de tecnologias inteligentes em salas de aula pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem?.....	200
Figura 21 — Você acredita que um <i>campus</i> inteligente pode oferecer oportunidades de aprendizado mais personalizadas e adaptadas às necessidades individuais dos alunos?.....	202
Figura 22 — Você acredita que o ensino por competências é importante para a formação superior?.....	203

Figura 23 — Você acredita que o ensino por competências para a formação superior pode ser facilitado por um <i>campus</i> inteligente?.....	204
Figura 24 — Você acredita que a colaboração interdisciplinar é importante para o desenvolvimento de competências no ensino superior?.....	205
Figura 25 — Em uma escala de 1 a 5, em qual “nível de inteligência” você classifica o <i>campus</i> que estuda?.....	205

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	—	Conceitos e características dos <i>campi</i> inteligentes.....	36
Quadro 2	—	Tecnologias aplicáveis aos <i>campi</i> inteligentes.....	43
Quadro 3	—	Benefícios dos <i>campi</i> inteligentes.....	45
Quadro 4	—	Principais temáticas abordadas.....	57
Quadro 5	—	Principais desafios para o desenvolvimento dos <i>campi</i> inteligentes.....	60
Quadro 6	—	Conjunto de indicadores propostos por Pompei <i>et al.</i> (2018).....	249
Quadro 7	—	Conjunto de indicadores propostos por Alrashed (2020).....	252
Quadro 8	—	Conjunto de indicadores propostos por Francisco (2021).....	257
Quadro 9	—	CrITÉrios utilizados no <i>Ranking</i> DIISC.....	64
Quadro 10	—	Conjunto de indicadores disponÍveis no DIISC (GU Rankings, 2023)...	265
Quadro 11	—	Comparativo entre os sistemas de avaliaÇão para <i>campi</i> inteligentes.....	65
Quadro 12	—	Estrutura da ISO 37122:2019.....	66
Quadro 13	—	NÍveis de certificação da ABNT NBR ISO 37122.....	67
Quadro 14	—	Áreas para os <i>campi</i> inteligentes.....	67
Quadro 15	—	Quantidade de cursos de Engenharia e vagas oferecidas.....	70
Quadro 16	—	Quantidade de engenheiros(as) registrados(as) no Sistema Confea.....	71
Quadro 17	—	Quantidade de inscritos, ocupação de vagas e matrÍculas ativas.....	72
Quadro 18	—	Comparativo entre a Resolução CFE n.� 48/1976 e a Resolução CNE/CES n.� 11/2002.....	79
Quadro 19	—	Principais aspectos abordados na Resolução CNE/CES n.� 02/2019.....	83
Quadro 20	—	Comparativo entre a Resolução CNE/CES n.� 11/2002 e a Resolução CNE/CES n.� 02/2019.....	84
Quadro 21	—	Atuação dos <i>campi</i> inteligentes por competência	90
Quadro 22	—	Resumo dos indicadores propostos para avaliação e caracterização de <i>campi</i> inteligentes.....	98
Quadro 23	—	Resultado dos indicadores.....	161
Quadro 24	—	SÍntese dos principais resultados da pesquisa com estudantes.....	209
Quadro 25	—	Atendimento aos objetivos da pesquisa.....	215
Quadro 26	—	Conjunto de indicadores propostos pela NBR ISO 37122:2019.....	271

LISTA DE SIGLAS

3D	Três dimensões
Abenge	Associação Brasileira de Educação em Engenharia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIS	<i>Building Integration System</i> ou Sistema de Informação Predial
BMS	<i>Building Management System</i> ou Sistema de Gestão Predial
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BUES	<i>Bucharest University of Economic Studies</i> ou Academia de Bucareste de Estudos Econômicos
CAD	<i>Computer-Aided Design</i> ou <i>Design</i> Assistido por Computador
CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i> ou Engenharia Assistida por Computador
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CBCS	<i>Choice Based Credit System</i> ou Sistema de Crédito Baseado em Escolha
CES	Câmara de Educação Superior
CFE	Conselho Federal de Educação
CN	Comissão Nacional
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CO2	Dióxido de Carbono ou Gás Carbônico
Confea	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
DAE	Diretoria de Assuntos Estudantis
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
DIISC	<i>Digital Institutional Index and Smart Campus</i> ou Índice Institucional Digital e <i>Campus</i> Inteligente
EaD	Ensino à Distância
Enade	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

EPI	<i>Environmental Performance Index</i> ou Índice de Desempenho Ambiental
FDD	<i>Feature-Driven Development</i> ou Desenvolvimento Dirigido por Funcionalidades
FFCS	<i>Fully Flexible Credit System</i> ou Sistema de Crédito Totalmente Flexível
IA	Inteligência Artificial
IES	Instituição de Ensino Superior
IF	Instituto Federal
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IIR	Índice de Importância Relativa
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IoT	<i>Internet</i> das coisas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> ou Organização Internacional de Normalização
ITACA	<i>Innovation and Transparency of Procurement and Environmental Compatibility</i> ou Programa de Inovação e Transparência dos Contratos Públicos e Compatibilidade Ambiental
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LMS	<i>Learning Management System</i> ou Sistema de Gestão de Aprendizado
LoRAWAN	<i>Long Range Wide Area Network</i> ou Rede de Longo Alcance
MEC	Ministério da Educação
MEI	Movimento Empresarial pela Inovação
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i> ou Curso <i>Online</i> , Aberto e Massivo
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
NDE	Núcleo Docente Estruturante
NIT	Núcleos de Inovação Tecnológica

OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
OSU	<i>Oregon State University</i> ou Universidade do Estado do Oregon
PBL	<i>Problem-Based Learning</i> " ou Aprendizagem Baseada em Problemas
PDST	<i>Professional Development Service for Teachers</i> ou Serviço Profissional de Desenvolvimento para Professores
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
RA	Realidade Aumentada
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> ou Identificação por frequência de radio
RV	Realidade Virtual
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SISU	Sistema de Seleção Unificada
STI	Sistema Tutor Inteligente
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TIR	Taxa Interna de Retorno
U4SSC	<i>United for Smart Sustainable Cities</i> ou União para Cidades Inteligentes e Sustentáveis
UV	Ultravioleta
WEF	<i>World Economic Forum</i> ou Fórum Econômico Mundial
WoS	<i>Web os Science</i>
XP	<i>Extreme Programming</i> ou Programação Extrema
ZEV	<i>Zero Emission Vehicles (ZEV)</i> ou Veículos de Emissão Zero

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1. Problema de pesquisa	25
1.2. Hipótese	28
1.3. Justificativa	28
1.4. Objetivos	31
1.4.1. Geral	31
1.4.2. Específicos	31
1.5. Estrutura da tese	32
2. CAMPI INTELIGENTES	34
2.1. Conceitos e principais características	34
2.2. Principais tecnologias aplicadas	39
2.3. Benefícios	44
2.4. Iniciativas voltadas para o processo de ensino-aprendizagem	47
2.5. Desafios atuais	58
2.6. Métricas adotadas	61
3. A ENGENHARIA E AS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS (DCNs)	69
3.1. Panorama dos cursos de Engenharia no Brasil	70
3.2. Processo evolutivo das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia	74
3.3. Desafios das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia	86
3.4. Relação entre as novas DCNs de Engenharia e os <i>campi</i> inteligentes	89
4. METODOLOGIA	94
5. INDICADORES PARA CAMPI INTELIGENTES	98
5.1. Indicadores propostos	115
5.1.1. Cobertura de rede sem fio (<i>Wi-Fi</i>) no <i>campus</i>	115
5.1.2. Continuidade do serviço de <i>internet</i> no <i>campus</i>	115
5.1.3. Taxa de sensores inteligentes de controle de temperatura	116
5.1.4. Porcentagem de alunos com frequência registrada por tecnologias inteligentes	117
5.1.5. Taxa de sensores inteligentes de ocupação em vagas para veículos	117
5.1.6. Dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por aluno	118
5.1.7. Porcentagem de alunos com acesso à <i>internet</i> em seus domicílios	119
5.1.8. Taxa de acessibilidade de edifícios do <i>campus</i>	120
5.1.9. Porcentagem de licenças de <i>softwares</i> de simulação disponíveis	120
5.1.10. Taxa de cobertura por extintor	121
5.1.11. Porcentagem de edifícios com sistemas automáticos de combate a incêndio	122

5.1.12.	Porcentagem de ambientes com mapa de riscos disponíveis publicamente	122
5.1.13.	Área de ambientes de atividade física por aluno	123
5.1.14.	Taxa de ocupação das vagas ofertadas	124
5.1.15.	Taxa de conclusão anual	125
5.1.16.	Taxa de alunos com atividade laboral remunerada	125
5.1.17.	Proporção de alunos por professor	126
5.1.18.	Horas de formação e desenvolvimento por professor	127
5.1.19.	Geração de resíduos não recicláveis <i>per capita</i>	127
5.1.20.	Geração de resíduos recicláveis <i>per capita</i>	128
5.1.21.	Taxa de destinação correta de resíduos no <i>campus</i>	129
5.1.22.	Consumo de água <i>per capita</i>	129
5.1.23.	Taxa de captação e reutilização de água no <i>campus</i>	130
5.1.24.	Taxa de sensores inteligentes de consumo de água	130
5.1.25.	Taxa de torneiras com sensor de presença	131
5.1.26.	Taxa de vasos sanitários à vácuo	132
5.1.27.	Consumo de papel <i>per capita</i>	132
5.1.28.	Taxa de cobertura vegetal do <i>campus</i>	133
5.1.29.	Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> destinado à sustentabilidade	133
5.1.30.	Porcentagem de energia consumida no <i>campus</i> gerada por fontes renováveis	134
5.1.31.	Taxa de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes	135
5.1.32.	Taxa de estações de carregamento para veículos elétricos	135
5.1.33.	Taxa de ambientes com iluminação natural	136
5.1.34.	Taxa de ambientes com ventilação natural	137
5.1.35.	Taxa de ambientes com sensores inteligentes de iluminação	137
5.1.36.	Taxa de medidores inteligentes de consumo de energia	138
5.1.37.	Taxa de veículos com emissão zero <i>per capita</i>	138
5.1.38.	Taxa de participação de alunos em <i>startups</i>	139
5.1.39.	Taxa de propriedade intelectual registrada por servidor	140
5.1.40.	Taxa de pesquisadores	140
5.1.41.	Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> destinado à pesquisa e inovação	141
5.1.42.	Taxa de projetos sociais por professor	142
5.1.43.	Taxa de alunos em ONGs	142
5.1.44.	Taxa de eventos de arte e cultura por professor	143
5.1.45.	Taxa de eventos de educação ambiental por professor	143
5.1.46.	Taxa de proficiência em multilinguismo	144
5.1.47.	Taxa de evasão	145

5.1.48.	Taxa de retenção	145
5.1.49.	Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> para combate à evasão e à retenção	146
5.1.50.	Taxa de empréstimos de livros por aluno.....	146
5.1.51.	Taxa de disponibilidade de livros por aluno	147
5.1.52.	Taxa de ambientes imersivos de aprendizagem	148
5.1.53.	Taxa de ambientes de experimentação prática	149
5.1.54.	Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria	149
5.1.55.	Carga horária de ciências humanas nos cursos de ciências exatas.....	150
5.1.56.	Taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação	151
5.1.57.	Porcentagem de alunos em projetos com empresas.....	152
5.1.58.	Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa	153
5.1.59.	Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> para redução da exclusão digital	153
5.1.60.	Índice de satisfação dos estudantes com os serviços administrativos	154
5.2.	Considerações finais sobre o Capítulo	155
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	157
6.1.	Caracterização do objeto de estudo.....	157
6.1.1.	<i>O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)</i>	157
6.1.2.	<i>O campus Caucaia do IFCE</i>	159
6.2.	Resultados dos indicadores	161
6.2.1.	<i>Resultados da área de infraestrutura (indicadores 5.1.1 a 5.1.9)</i>	164
6.2.2.	<i>Resultados da área de saúde e segurança (indicadores 5.1.10 a 5.1.13)</i>	169
6.2.3.	<i>Resultados da área de partes interessadas (indicadores 5.1.14 a 5.1.18)</i>	171
6.2.4.	<i>Resultados da área de gestão de resíduos (indicadores 5.1.19 a 5.1.21)</i>	173
6.2.5.	<i>Resultados da área de gestão da água (indicadores 5.1.22 a 5.1.26)</i>	174
6.2.6.	<i>Resultados da área ambiental (indicadores 5.1.27 a 5.1.29)</i>	176
6.2.7.	<i>Resultados da área de energia (indicadores 5.1.30 a 5.1.36)</i>	178
6.2.8.	<i>Resultados da área de transporte (indicador 5.1.37)</i>	180
6.2.9.	<i>Resultados da área de pesquisa e inovação (indicadores 5.1.38 a 5.1.41)</i>	181
6.2.10.	<i>Resultados da área de extensão (indicadores 5.1.42 a 5.1.45)</i>	183
6.2.11.	<i>Resultados da área de ensino-aprendizagem (indicadores 5.1.46 a 5.1.58)</i>	186
6.2.12.	<i>Resultados da área social (indicador 5.1.59)</i>	190
6.2.13.	<i>Resultados da área administrativa (indicador 5.1.60)</i>	191
6.3.	Resultados da pesquisa com os alunos do <i>campus</i> Caucaia	192
6.4.	Considerações finais sobre o Capítulo	210
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	216
	REFERÊNCIAS	223

ANEXO I – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE <i>CAMPI</i> INTELIGENTES.....	255
ANEXO II – EMENTA DA DISCIPLINA TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	283
APÊNDICE A – MODELO DE FORMULÁRIO: PERCEPÇÃO DOS ALUNOS.....	285
APÊNDICE B – RELAÇÕES ENTRE PERGUNTAS E INDICADORES	290
APÊNDICE C – PRODUÇÕES CIENTÍFICAS DURANTE A PESQUISA.....	293
APÊNDICE D – SUBMISSÃO DE PROPOSTA PARA CRIAÇÃO DE NORMA TÉCNICA SOBRE AVALIAÇÃO DE CAMPI INTELIGENTES	294

1. INTRODUÇÃO

As mudanças nas últimas décadas nos âmbitos social, econômico, político, cultural e tecnológico têm influenciado consideravelmente a vida das pessoas, suas interações, o mercado de trabalho e, conseqüentemente, as instituições de ensino. Essas, talvez sejam as que mais têm sido afetadas, dada a solidez histórica de sua estrutura (Diesel; Baldez; Martins, 2017).

Observando-se de perto a evolução tecnológica que afeta a sociedade em geral e, de forma particular, as instituições de ensino, percebe-se que a prática pedagógica está cada vez mais exigindo a integração das tecnologias digitais no ambiente escolar (Menezes; Figueiredo, 2023). De acordo com Villegas-Ch, Arias-Navarrete e Palacios-Pacheco (2020), o uso da tecnologia nas universidades aumenta o interesse do aluno no processo de ensino-aprendizagem, tornando-o ator principal em sua formação.

Porém, o simples acesso às tecnologias não é capaz de produzir tais contribuições para o desenvolvimento educacional (OECD, 2015). Faz-se necessário que a integração dos alunos na educação seja fundamentada em um currículo contextualizado, permitindo a participação crítica dos mesmos e de toda a comunidade escolar (Barbosa, 2019, p. 27). Assim, para Kern *et al.* (2019, p. 33), a nova onda tecnológica não deixa dúvidas quanto ao papel de destaque que cabe à educação. Recursos humanos qualificados, flexíveis e inovadores serão cada vez mais necessários, cabendo aos profissionais de Engenharia, um destaque especial.

Considerando os aspectos apresentados, a formação dos engenheiros no Brasil já passou por vários momentos e etapas de legalização e normatização, iniciados ainda no período colonial até o contexto atual (Oliveira, 2019). As primeiras Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia foram instituídas em 1976 pela Resolução n.º 48 do Conselho Federal de Educação (CFE). Em 2002 e, mais recentemente em 2019, a legislação passou por ajustes sendo lançado um novo conjunto de diretrizes (Dos Santos; Monteiro, 2025).

O objetivo ao reformular as diretrizes de Engenharia era estimular o reconhecimento dos engenheiros como profissionais inovadores, capazes de trabalhar criativamente, de forma interdisciplinar e em equipe, adaptados aos desafios do mundo atual (Rodrigues, 2022, p. 17). Assim, um dos grandes diferenciais das novas DCNs é a importância que ela dá para o uso de metodologias ativas e a formação de um perfil de egresso por competências.

Conforme Oliveira (2019), as novas DCNs de Engenharia

[...] estimulam as instituições a inovarem seus cursos a partir, principalmente, de atividades práticas, da interação entre estudantes, de estímulos de atividades de leitura, pesquisa, extensão e produção intelectual por meio de monografias e artigos e, especialmente, por um novo ordenamento do aprendizado na relação discente com os docentes (Oliveira, 2019, p. 5).

Paralelamente a todas essas mudanças e demandas recentes no processo formativo dos alunos, a noção de *campus* inteligente ganhou destaque como uma solução para os diversos desafios que impactam o desenvolvimento e o funcionamento das instituições de ensino (Valks *et al.*, 2021).

O termo “inteligente” passou a ser amplamente utilizado inicialmente para designar telefones celulares avançados, conhecidos como *smartphones*, que incorporam funcionalidades computacionais e maior conectividade em relação aos celulares tradicionais. Posteriormente, com a expansão da *Internet* das Coisas (IoT), essa denominação foi estendida a diversos equipamentos eletrônicos conectados e controlados digitalmente, que passaram a ser chamados de dispositivos inteligentes (*smart devices*) (Silverio-fernández; Renukappa; Suresh, 2018).

Nesse contexto, a ideia de propagar a “inteligência das coisas” avançou e, quando um sistema ou ambiente consegue oferecer serviços de maneira autônoma, adaptando-se às necessidades dos seus usuários, ele pode ser considerado “inteligente” (Liu; Huang; Wosinski, 2017). Assim, um ambiente inteligente é aquele que é capaz de adquirir e aplicar conhecimento sobre o espaço físico e seus habitantes a fim de melhorar sua experiência (Ferreira; Araújo, 2018).

A partir dessa evolução conceitual, a literatura passou a empregar o adjetivo “inteligente” para caracterizar diferentes escalas de sistemas e ambientes. Nesse sentido, diversos estudos abordam temas como edifícios inteligentes (Li *et al.*, 2020; Ceccarini; Mirri; Prandi, 2022), bairros e comunidades inteligentes (Zavratnik; Kos; Stojmenova, 2018; Iqbal; Olariu, 2020), cidades inteligentes (Wenge *et al.*, 2014; Albino; Berardi; Dangelico, 2015), regiões inteligentes (Noni; Ganzaeoli; Pilotti, 2021), e assim por diante.

Em cada caso, utilizando tecnologias de informação e sensores, os “sistemas inteligentes” procuram fornecer serviços inovadores e em constante adaptação, fazer melhor uso das infraestruturas e equipamentos e promover as comunicações e o envolvimento dos cidadãos (Chagnon-Lessard *et al.*, 2021).

Tomando-se como ponto de partida as cidades inteligentes, observa-se que esse é um conceito que surgiu na década de 1990 e ganhou destaque quando Singapura recebeu, em 1999, o prêmio de cidade mais inteligente do mundo do *Intelligent Community Forum*

(Strapazzon, 2009). A abordagem sobre cidades inteligentes amadureceu ao longo dos anos e representa uma linha dinâmica de pesquisa que vem gerando um número crescente de publicações (Quijano-Sánchez *et al.*, 2020).

De acordo com Chichernea e Smedescu (2016), uma cidade inteligente utiliza Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para melhorar a qualidade e performance dos serviços urbanos, reduzir custos e o consumo de recursos e engajar mais efetivamente os seus cidadãos. Grande parte das pesquisas referentes às cidades inteligentes são apoiadas no uso de soluções baseadas em TICs (Albino; Berardi; Dangelico, 2015), sendo essas, consideradas a espinha dorsal de qualquer infraestrutura inteligente (Ahmed *et al.*, 2018).

Embora cidades e universidades sejam ambientes distintos com objetivos diferentes, muitas vezes compartilham um contexto socioeconômico, ambiental e geográfico semelhante e, portanto, compartilham serviços, infraestruturas, canais de comunicação, redes de transporte e desafios comuns (Torres-Sospedra *et al.*, 2015). Até certo ponto os *campi* universitários podem ser vistos como micromodelos de pequenas cidades, levantando questões e preocupações semelhantes (Gupta; Kar, 2015; Vasileva *et al.*, 2018).

Ademais, segundo Francisco (2021), para que mais cidades se tornem inteligentes, o papel da educação e, por conseguinte, das universidades, é fundamental. Uma educação inteligente forma uma mão de obra inteligente. Uma cidade não pode ser considerada inteligente se não contar com cidadãos devidamente qualificados para oferecer soluções inovadoras (Kwok, 2015). Isso torna pertinente incorporar as tecnologias recentes nas instituições de ensino existentes a fim de transformá-las em *campi* inteligentes (Ahmed; Abu Alnaaj; Saboor, 2020).

Para Min-Allah e Alrashed (2020), o surgimento de *campi* inteligentes pode ser uma oportunidade para as instituições educacionais aprimorarem a utilização da sua infraestrutura física existente para introduzir tecnologias inteligentes. Assim, as universidades são espaços valiosos nos quais experimentos em pequena escala e em ambiente controlado permitem soluções para problemas em escalas maiores.

Dessa forma, o território do *campus* tem sido amplamente reconhecido como um laboratório vivo para experimentos que podem posteriormente propor soluções para as cidades e alavancar o desenvolvimento de todo um contexto, que vai muito além do *campus* universitário (Verstaevel; Boes; Gleizes, 2017; Villegas-Ch; Palacios-Pacheco; Luján-Mora, 2019).

Porém, diferentemente do que ocorre com as cidades inteligentes, que já possuem um conceito formal e global, além de indicadores mensuráveis de desempenho definidos pela

International Organization for Standardization (ISO) através da norma ISO 37122: *sustainable cities and communities - indicators for smart cities*, nenhuma definição universal de *campus* inteligente foi estabelecida até o momento na literatura pesquisada (Coccoli *et al.*, 2014; Dong *et al.*, 2020; Min-Allah; Alrashed, 2020; Prandi *et al.*, 2020; Chagnon-Lessard *et al.*, 2021; Mustafa *et al.*, 2021). Por hora, o que se observa é que vários autores incluíram em suas publicações definições próprias para o que, segundo eles, caracterizam um *campus* inteligente.

Assim, conforme Tian *et al.* (2018), *campus* inteligente é uma área de pesquisa interessante, nova e emergente, em que se usa tecnologia e infraestrutura para apoiar e melhorar seus processos nos serviços do *campus*, no ensino, na aprendizagem e na pesquisa. Para Sánchez-Torres *et al.* (2018), um *campus* inteligente é aquele que utiliza a tecnologia para apoiar sua infraestrutura e seus processos para aperfeiçoá-los para seus usuários, com objetivo fim de melhorar a qualidade da educação ministrada pelas instituições. Prandi *et al.* (2020) definem *campus* inteligente como um ambiente físico no qual tecnologias inovadoras e amplamente difundidas de informação e comunicação permitem que as pessoas interajam com o espaço e gerem dados. Já para Pinto, Romano e Tomoto (2016), *campus* inteligente

[...] é aquele que proporciona uma experiência inovadora de aprendizagem multidisciplinar utilizando o *campus* como espaço de prototipagem e apoio à formação de um aluno cidadão, com compromisso com o meio ambiente e responsabilidade social, além de buscar soluções para problemas reais, com o objetivo de multiplicá-las no contexto urbano (Pinto; Romano; Tomoto, 2016).

Observa-se que a definição de *campus* inteligente possui diferentes caracterizações na literatura, no entanto, de acordo com Galeano-Barrera *et al.* (2018), o termo está associado a um tipo de ambiente capaz de reunir informações, geralmente apoiadas em tecnologia, e com o objetivo de facilitar a tomada de decisão em diferentes áreas da gestão organizacional e do conhecimento.

Porém, aplicar essas novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem ainda é um desafio para as escolas e para os educadores. Neste caso, o futuro da pedagogia e dos métodos de ensino conforme conhecemos, através da adoção das TICs, ainda é uma questão sem resposta clara (Barbosa, 2012, p. 21), especialmente em países como o Brasil, nos quais há uma ampla diversidade de contextos educacionais. Esse cenário abrange desde instituições de ensino nas quais os alunos passam grande parte do tempo copiando textos do quadro até aquelas que oferecem recursos avançados de informação e comunicação a estudantes e professores.

1.1. Problema de pesquisa

O relatório *The Future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution* do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2016) reforça a necessidade de valorização da mão de obra ao discutir as implicações das mudanças em curso para o mercado de trabalho. Esse mesmo relatório afirma que, se não houver uma ação direcionada para formar uma força de trabalho com as habilidades do futuro, os governos terão de lidar com o crescente desemprego e desigualdade, e consequentemente, as empresas com uma quantidade menor de consumidores.

Neste contexto, as novas DCNs para os Cursos de Graduação em Engenharia, homologadas em 2019 pelo Ministério da Educação (MEC), representaram um avanço significativo ao incentivar a revisão dos métodos e conteúdos prioritários para a formação dos futuros engenheiros. O desafio, porém, será implementar essa regulamentação (Kern *et al.*, 2019, p. 34).

Para Barros, Saboia e Barros (2021), a adequação dos cursos de Engenharia às novas DCNs é um processo que demanda tempo, alinhamento às normas internas e externas das instituições de ensino superior (IES), capacitação do corpo docente e equipes de apoio, estruturação física, dentre outras adaptações. Não sendo, portanto, uma tarefa simples.

Já no estudo em que abordam as mudanças e avanços mais significativos das novas DCNs de Engenharia, Watanabe *et al.* (2019) indicam que a principal dificuldade enfrentada pelas organizações reside na transição de um ensino tradicional, caracterizado por extensas horas de aulas presenciais centradas no professor e na transmissão de conhecimento, para um modelo mais voltado ao estudante, com menos horas presenciais e uma participação mais ativa deste nas atividades de aprendizado.

Essa transição implica não apenas uma mudança na estrutura das aulas, mas também na cultura educacional, exigindo uma abordagem mais flexível, adaptável e centrada nas necessidades e interesses dos alunos. Assim, Huang, Su e Pao (2019) defendem que, com a presença de estudantes nascidos e criados em um mundo repleto de dispositivos inteligentes e conteúdo digital, é fundamental compreender os padrões de aprendizagem desses alunos para o desenvolvimento de métodos de ensino eficazes e que apresentem vantagens em comparação com métodos mais “tradicionais”, sendo esse, ainda um vasto campo de investigação (Chagnon-Lessard *et al.*, 2021).

Bonwell e Eison (1991) também destacam que a participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem requer seu envolvimento em atividades como leitura,

escrita, debates, resolução de problemas e trabalhos em projetos. Adicionalmente, o aluno precisa realizar atividades mentais avançadas, como análise, síntese e avaliação. Nesse contexto, as estratégias que fomentam a aprendizagem ativa são aquelas que envolvem o aluno em atividades enquanto estimulam sua reflexão sobre o que está sendo feito (Silberman, 1996).

Para Prince (2004), as faculdades de Engenharia deveriam ser incentivadas a explorar e praticar a literatura sobre aprendizagem ativa, considerando as evidências convincentes que sugerem a necessidade de abordagens não convencionais no processo de ensino-aprendizagem. Blikstein (2010), por exemplo, chama a atenção para

[...] o grande potencial de aprendizagem que é desperdiçado em nossas escolas, diária e sistematicamente, em nome de ideias educacionais obsoletas. [...] É uma tragédia ver, a cada dia, milhares de alunos sendo convencidos de que são incapazes e pouco inteligentes simplesmente porque não conseguem se adaptar a um sistema equivocado de ensino (Blikstein, 2010, p. 3).

Essa realidade contrasta com as exigências de um mercado cada vez mais competitivo que, segundo Ponciano, Gomes e Moraes (2017), busca profissionais com habilidades práticas de gestão e de trabalho em equipe. Segundo os mesmos autores, o trabalho dessas demandas formativas nas instituições de ensino pode ser facilitado com a utilização de diversas tecnologias emergentes, como *Internet das Coisas* (IoT), *Big data*, Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA), Inteligência Artificial (IA), dentre outras. Assim, nesse contexto, a implementação de *campi* inteligentes surge como uma possível alternativa no processo de formação dos futuros engenheiros.

A construção e modernização de *campi* inteligentes sugerem a implantação de várias infraestruturas, como sensores, micro redes, salas de aula inteligentes, estacionamento inteligente, medidores inteligentes, gestão do consumo de energia e tecnologias digitais para melhorar o ensino e a aprendizagem nas universidades (Chen; Zhang; Shang, 2011; Min-Allah; Alrashed, 2020). De acordo com Bull *et al.* (2017), o desenvolvimento dos *campi* inteligentes deve estar intimamente relacionado com a melhoria da tecnologia educacional e da informatização dos recursos educacionais.

Porém, apesar de a ideia de *campus* inteligente estar na base de vários estudos, não está claro o que significa na prática projetar e construir um, além de não haver ainda um padrão para o desenvolvimento do conceito (Prandi *et al.*, 2020; Zaballos *et al.*, 2020). Para Vasileva *et al.* (2018), a pesquisa empírica sobre a conceituação de um *campus* inteligente

está dispersa e limitada, focalizando apenas algumas soluções tecnológicas que são rotuladas como "inteligentes".

Francisco (2021) aponta que são poucos os estudos voltados a identificar tendências e lacunas sobre *campus* inteligente. Omotayo *et al.* (2021a) sustentam que existe uma escassez de pesquisas na busca de identificar todos os elementos infraestruturais necessários para o desenvolvimento dos *campi* inteligentes. Polin *et al.* (2023) complementam que as pesquisas abordando a temática se concentram principalmente no desenvolvimento tecnológico e não no aspecto humano ou no usuário final.

Dong *et al.* (2020) ainda afirmam que é perceptível que a maioria das instituições de ensino está desenvolvendo seus *campi* inteligentes como uma expansão dos conceitos de edifícios inteligentes, visando áreas semelhantes como eficiência energética, gestão de resíduos e sustentabilidade ambiental. Entretanto, poucos estudos destacam a importância de elevar as experiências de ensino por meio da transformação inteligente. Complementarmente, para Barbosa (2012), pesquisas sobre inclusão das TICs na educação mostram que:

[...] existem outras dimensões da apropriação das TICs nos processos educacionais que também precisam ser medidas e avaliadas: as habilidades no uso da tecnologia, os principais elementos motivadores e as principais limitações que impedem o seu uso pelos atores do sistema educacional. [...] Para as escolas e educadores, aplicar as novas tecnologias nos processos de ensino-aprendizagem ainda é um desafio (Barbosa, 2012, p. 21).

Dado os aspectos mencionados e as transformações em andamento no mercado de trabalho, é evidente que a temática sobre os *campi* inteligentes ainda é uma área que requer exploração e desenvolvimento. As vantagens e desvantagens desses *campi* para o processo de ensino-aprendizagem não estão totalmente esclarecidas. Além disso, há dificuldades na compreensão e, conseqüentemente, desafios na aplicação prática das novas DCNs nos cursos de Engenharia.

Por fim, as pesquisas sobre as interações entre as novas DCNs de Engenharia e o desenvolvimento de *campi* inteligentes representam um vasto campo a ser explorado. Nesse sentido, o problema desta pesquisa é: quais são e como mensurar as influências dos *campi* inteligentes e das novas DCNs no aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem em Engenharia?

1.2. Hipótese

A integração das novas DCNs de Engenharia com um *campus* inteligente pode resultar em uma experiência educacional mais enriquecedora e eficaz. Enquanto as diretrizes curriculares garantem a qualidade dos conteúdos ministrados e sua relevância para a formação profissional dos futuros engenheiros, o *campus* inteligente complementa essa abordagem oferecendo a infraestrutura tecnológica que, segundo Fernández-Caramés e Fraga-Lamas (2019), melhora os processos de ensino-aprendizagem e a avaliação dos envolvidos no ensino superior.

Para Heinemann e Uskov (2017), o *campus* inteligente também permite formas de aprendizagem mais flexíveis, além de aulas e acesso *online* de documentos para estudo. Por meio da utilização de recursos digitais e conectividade é possível criar ambientes virtuais de aprendizagem, laboratórios interativos, acesso a bases de dados relevantes e outras ferramentas que enriquecem a experiência acadêmica. Já Gao (2022) defende que a implantação do *campus* inteligente pode melhorar o modelo atual de ensino e realizar inovação tecnológica, inovação de gestão, reforma das práticas de ensino, inovação de serviço e melhoria da qualidade de vida de seus usuários.

As tecnologias disponíveis em um *campus* inteligente também podem ser utilizadas para: incentivar a colaboração e a cooperação entre as pessoas, facilitando a troca de conhecimento (Hirsch; Ng, 2011; Fernández-Caramés; Fraga-Lamas, 2019); impulsionar o crescimento e a inovação educacional (Kwok, 2015); aprimorar os métodos de ensino e as ferramentas de aprendizagem (Hirsch; Ng, 2011; Huang; Su; Pao, 2019); ou mesmo potencializar as competências dos alunos de Engenharia rumo à empregabilidade (Sood; Singh, 2019). A literatura sobre as possibilidades do uso das tecnologias associadas aos *campi* inteligentes é bem vasta e aplicável a diversas áreas da Engenharia.

Portanto, a hipótese da presente pesquisa é a de que a implementação de um *campus* inteligente, fundamentada nas novas DCNs de Engenharia, possibilita melhorar o processo de ensino-aprendizagem e a qualidade dos serviços prestados pelos *campi* universitários à comunidade acadêmica frente ao modelo “tradicional” de ensino.

1.3. Justificativa

A abordagem de ensino nas universidades mantém sua tradição, seguindo o padrão convencional de aula em que o professor faz a transmissão do conteúdo, promove uma breve

discussão, e então os alunos respondem atividades para demonstrar memorização (Souza; Dourado, 2015).

Araújo (2011, p. 39) destaca a urgência de repensar a educação, considerando que o formato escolar tradicional, estabelecido no século XIX, deve agora evoluir para atender às exigências de uma sociedade democrática e inclusiva, que valoriza o conhecimento multi, inter e transdisciplinar. Resumidamente, as previsões sobre o futuro da educação sugerem que o formato “tradicional” de ensino enfrenta desafios significativos e tem pouca probabilidade de se manter nas próximas décadas (Barbosa; Moura, 2013).

Neste contexto, as instituições de ensino superior (IES) no Brasil têm buscado se adaptar ao cenário atual por meio de reformas periódicas em seus currículos. No entanto, de acordo com o Conselho Nacional de Educação (CNE) e a Câmara de Educação Superior (CES), conforme Parecer CNE/CES n. 1.362/2001, essas reformas têm enfrentado desafios significativos, uma vez que tendem a priorizar a acumulação de conteúdos como principal garantia para a formação de profissionais qualificados (Brasil, 2002a).

No caso específico das Engenharias, os desafios para o século XXI impõem que alguns elementos sejam devidamente considerados na formação discente. Um desses elementos essenciais é o ser humano, visto como agente, usuário e destinatário das intervenções realizadas pela Engenharia (Oliveira, 2019, p. 9).

Em um cenário como este, o emprego de métodos ativos de ensino, como preconizado nas novas DCNs de Engenharia, pode desempenhar um papel fundamental no processo de aprendizado e na formação profissional. Isso pode resultar em uma série de benefícios, conforme evidenciado por diversos estudos, incluindo o desenvolvimento de habilidades de comunicação e raciocínio de alto nível, aprimoramento do trabalho em equipe, motivação dos alunos, foco na aprendizagem e adaptação a diferentes estilos, melhor retenção de informações, além do uso eficaz de novas ferramentas e métodos de aprendizagem (OSU, 2005; PDST, 2016; Battesini; Mateus, 2019).

A tecnologia também tem papel fundamental em todo esse processo de transformação educacional. A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca não apenas a compreensão e utilização das tecnologias pelos alunos, mas também enfatiza o papel ativo que devem desempenhar nos espaços midiáticos, de maneira crítica, significativa, reflexiva e ética.

Além disso, a BNCC ressalta a importância da intencionalidade no uso desses recursos nos processos de ensino e aprendizagem, defendendo que devem ser planejados e utilizados com objetivos claros, especialmente visando o desenvolvimento do protagonismo e da autoria

dos alunos (Barbosa, 2019). De fato, em um ambiente de aprendizagem inteligente, embora a tecnologia deva desempenhar um papel importante, o ser humano envolvido é considerado o coração de tal ambiente (Zhu; Yu; Riezebos, 2016).

A lógica por trás das tendências das universidades de se tornarem inteligentes é convincente – a aspiração não é apenas aumentar a eficiência, mas também melhorar a experiência dos alunos e funcionários (Sutjarittham *et al.*, 2018). Porém, existem lacunas de pesquisa envolvendo os *campi* inteligentes e seus reais benefícios para o processo de ensino-aprendizagem.

Conforme Fernández-Caramés e Fraga-Lamas (2019) são poucos os artigos na literatura que apresentam descrições de *campi* inteligentes reais, dificultando assim estudos comparativos. Kwet e Prinsloo (2020) argumentam que os potenciais benefícios das tecnologias inteligentes ainda permanecem predominantemente teóricos, uma vez que não há evidências reproduzíveis que comprovem, de forma consistente, a melhoria dos resultados educacionais em larga escala através da implementação dessas tecnologias.

Já para Zhang *et al.* (2020), o grau de inovação tecnológica não necessariamente se traduz em benefícios para melhorar a experiência do usuário e os seus resultados de aprendizado. Heinemann e Uskov (2017) observam que não existe um entendimento claro e unificado sobre o foco, escopo e detalhes que possibilitem a comparação entre as abordagens propostas, características distintas e níveis de inteligência presentes nos projetos de *campi* inteligentes, sendo assim, apontam para a existência de um vasto campo de pesquisa a ser explorado nesse sentido.

Ademais, segundo Dong *et al.* (2019), em uma área tão dinâmica e em constante transformação, é fundamental conduzir pesquisas para alcançar uma compreensão sólida dos atributos e funcionamento dos *campi* inteligentes. Assim, torna-se evidente a necessidade de avançar na pesquisa sobre os *campi* inteligentes e as novas DCNs de Engenharia, a fim de avaliar em que aspectos ocorre convergência entre ambos e se há, de fato, benefícios reais para o processo de ensino-aprendizagem.

Cabe mencionar também que esta pesquisa possui relação com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas metas, principalmente o Objetivo 4 que aborda o acesso a oportunidades de aprendizagem e a qualidade do ensino. Além desse, é possível ainda relacioná-la aos ODS 3, 7, 9, 11, 12, 13 e 15.

O ODS 3 (Saúde e bem-estar) incentiva infraestruturas que garantam qualidade de vida para estudantes e docentes, com espaços saudáveis e bem planejados. O ODS 7 (Energia acessível e limpa) reforça a necessidade do uso eficiente de energias renováveis, reduzindo o

impacto ambiental das instalações. Já o ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) está ligado à implementação de tecnologias para otimização de recursos e conectividade.

O ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis) se reflete na organização inteligente dos espaços acadêmicos, promovendo acessibilidade, mobilidade e resiliência. O ODS 12 (Consumo e produção responsáveis) fortalece práticas sustentáveis na gestão de resíduos e na redução do desperdício de recursos.

Por fim, o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) exige que *campi* inteligentes adotem medidas para mitigação de emissões de carbono e adaptação às mudanças climáticas e o ODS 15 (Vida terrestre) ressalta a importância da conservação da biodiversidade, incentivando a criação de áreas verdes e a proteção dos ecossistemas no ambiente universitário.

1.4. Objetivos

1.4.1. Geral

Tem-se como objetivo geral desenvolver um conjunto de indicadores para avaliar *campi* inteligentes, conectando-o às novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia, a fim de examinar potenciais avanços para o processo de ensino-aprendizagem das Engenharias nas instituições educacionais brasileiras.

1.4.2. Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Realizar uma revisão sistemática da expressão *campus* inteligente e levantar projetos na área de ensino em que estão concentrados os esforços para o desenvolvimento de *campi* inteligentes no Brasil e no mundo;
- Discutir fatores relacionados aos *campi* inteligentes que podem contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem das Engenharias nas instituições educacionais brasileiras;
- Apresentar e discutir modelos atuais disponíveis na literatura para avaliação de *campi* inteligentes;

- Apresentar e discutir o processo evolutivo das DCNs de Engenharia no Brasil;
- Levantar desafios para implantação das novas DCNs de Engenharia no Brasil e como os *campi* inteligentes podem ajudar nesse processo;
- Aplicar o conjunto de indicadores desenvolvido e analisar criticamente os resultados obtidos em um *campus* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

1.5. Estrutura da tese

O conteúdo desta pesquisa foi estruturado em sete Capítulos, descritos a seguir.

No Capítulo 1 – “Introdução”, este que se apresenta, são destacadas a caracterização do problema, a hipótese da pesquisa, as justificativas e os objetivos gerais e específicos.

O Capítulo 2 – “*Campi* inteligentes” traz o estado da arte sobre o tema *campi* inteligentes apresentando seus conceitos e principais características, as tecnologias aplicadas, seus benefícios, as iniciativas voltadas para o processo de ensino-aprendizagem, os desafios atuais para implantação e os sistemas de avaliação para *campi* inteligentes encontrados na literatura pesquisada.

O Capítulo 3 – “A Engenharia e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs)” aborda o panorama dos cursos de Engenharia no Brasil, o processo evolutivo das DCNs de Engenharia, os desafios a serem superados para implantação dessas novas diretrizes curriculares e, por fim, a relação entre as novas DCNs de Engenharia e os *campi* inteligentes.

O Capítulo 4 – “Metodologia” descreve a abordagem metodológica para investigar a integração entre os *campi* inteligentes e as novas DCNs de Engenharia.

O Capítulo 5 – “Indicadores para *campi* inteligentes” traz o conjunto de 60 indicadores propostos nesta pesquisa que podem ser utilizados para desenvolver, avaliar e melhorar projetos de *campi* inteligentes. Os indicadores foram distribuídos em 13 áreas e, para cada um são detalhados seu objetivo, sua importância, as suas relações com as novas DCNs de Engenharia e sua metodologia de cálculo.

O Capítulo 6 – “Resultados e Discussão” apresenta a aplicação do conjunto de indicadores propostos no *campus* Caucaia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Cada indicador foi calculado e os resultados analisados e discutidos. Além disso, também são apresentados e discutidos os resultados de uma pesquisa

com os estudantes do curso de Bacharelado de Engenharia de Produção sobre a percepção dos mesmos acerca dos atributos e conceituações pertinentes à noção de *campus* inteligente.

O Capítulo 7 – “Considerações Finais” apresenta as principais reflexões sobre o trabalho, incluindo as conclusões gerais e específicas, os objetivos alcançados, as contribuições da pesquisa, as limitações da pesquisa e sugestões para a continuidade e desdobramentos de estudos futuros.

Já nas “Referências Bibliográficas” é apresentada a relação de publicações consultadas para a elaboração deste trabalho, as quais estão citadas e referenciadas ao longo da pesquisa.

2. CAMPI INTELIGENTES

A revolução nos campos da tecnologia e da educação no início do século XXI não apenas transformou a maneira como interagimos com a tecnologia, mas também vem redefinindo o processo de ensino-aprendizagem nas instituições de ensino superior (IES), abrindo novas oportunidades e desafios para a sociedade como um todo (Sánchez-Torres *et al.*, 2018). Essa transformação constante continua a moldar o futuro da educação, à medida que novas formas de aproveitar as vantagens da tecnologia para promover o ensino e a aprendizagem são exploradas em escala global. Nesse sentido, os *campi* inteligentes podem representar avanços significativos para o desenvolvimento educacional e, consequentemente humano.

Os *campi* inteligentes emergem como espaços de aprendizado e inovação, nos quais a conectividade e a tecnologia criam ambientes adaptativos e eficientes. Estes ambientes não apenas englobam a digitalização e a automação, mas também promovem a sustentabilidade e a interconexão entre pessoas, dispositivos e infraestrutura. Nesses espaços, o ensino vai além das fronteiras convencionais das salas de aula, expandindo-se para fora dos limites físicos do *campus* e alcançando comunidades globais.

Portanto, com o intuito de aprofundar o entendimento sobre os *campi* inteligentes, este Capítulo apresenta uma fundamentação teórica sobre o tema, abordando seus conceitos e características, as principais tecnologias envolvidas, os benefícios associados, as iniciativas voltadas ao processo de ensino-aprendizagem, os principais desafios enfrentados, bem como os indicadores e as métricas utilizadas para avaliação dos *campi* inteligentes.

2.1. Conceitos e principais características

Com a rápida evolução da Computação em Nuvem, *Big data* e *Internet das Coisas* (IoT), a tecnologia da informação avançada está sendo cada vez mais incorporada ao campo educacional. Isso tem contribuído para o avanço contínuo do nível de informatização das universidades (Nan *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2018). Nesse contexto, surgem os *campi* inteligentes (ou *smart campuses* em inglês), cuja fundamentação deriva do conceito de cidades inteligentes (ou *smart cities* em inglês).

Sabe-se que a concepção de *campus* inteligente é recente e representa uma ferramenta de grande valor para a administração universitária. Isso se deve ao fato de que, por meio do

emprego de tecnologias inteligentes, os gestores podem reduzir os custos e aumentar a eficiência do *campus*. Um exemplo disso é a capacidade de monitorar e acompanhar em tempo real as informações dos estudantes, utilizando recursos de imagem armazenados em ambientes de Computação em Nuvem (Xia *et al.*, 2018).

Conforme Li (2021), a construção e desenvolvimento de um *campus* inteligente mudará completamente o modo de gestão educacional e de ensino, o que deve ajudar a melhorar o nível de funcionamento das universidades e otimizar sua gestão.

Porém, mesmo sendo um tema recente e que vem ganhando espaço na produção científica (Ferreira; Araújo, 2018; Yang *et al.*, 2018), nenhuma definição universal de *campus* inteligente foi encontrada na literatura pesquisada (Bibri; Krogstie, 2017; Dong *et al.*, 2020; Min-Allah; Alrashed, 2020; Awuzie *et al.*, 2021; Chagnon-Lessard *et al.*, 2021). Até o momento, é possível observar que diversos autores têm incorporado em suas publicações definições individuais para o que, de acordo com suas perspectivas, caracteriza um *campus* inteligente.

Neste sentido, para Yang *et al.* (2018), as três principais características de um *campus* inteligente são: primeiro, oferecer um ambiente abrangente de percepção inteligente e uma plataforma de serviço de informações para professores e alunos, fornecendo serviços personalizados; segundo, integrar serviços de informação baseados em rede de computadores em todas as áreas e serviços da instituição, promovendo a interconexão e colaboração; e terceiro, proporcionar uma interface para comunicação mútua entre o *campus* e o mundo exterior por meio de uma plataforma de serviço de informações abrangente.

Já Muhamad *et al.* (2017) defendem que três grupos principais de abordagens conceituais podem ser identificadas para caracterização de um *campus* inteligente: a primeira, impulsionada pela tecnologia, a segunda, através da adoção do conceito de cidade inteligente e, por fim, a terceira, baseada na evolução da estrutura organizacional ou dos processos operacionais das instituições de ensino.

Ainda segundo Muhamad *et al.* (2017), na abordagem orientada para a tecnologia, os *campi* inteligentes evoluem dos digitais com foco em infraestrutura avançada. A adoção do conceito de cidade inteligente coloca o foco nas semelhanças entre as cidades e os *campi*. Por outro lado, as definições orientadas por organização ou processo enfatizam critérios de otimização institucional, como a implementação de inteligência por meio do uso integrado de sensores que geram, de forma automatizada, relatórios sobre diversos aspectos da vida universitária, abrangendo o ensino-aprendizagem, a interação social e o gerenciamento inteligente das edificações.

No âmbito desta pesquisa, identificou-se diversas definições e características para *campus* inteligente que têm sido consideradas nos últimos anos pelos pesquisadores. O resultado está apresentado no Quadro 1. Também, para cada definição foi estabelecida a sua abordagem principal, tomando-se como base a categorização apontada no estudo de Muhamad *et al.* (2017).

Quadro 1 — Conceitos e características dos *campi* inteligentes

Autores	Conceitos e características	Abordagem
Kondepudi <i>et al.</i> (2014)	As práticas inteligentes adotadas nos <i>campi</i> universitários têm como objetivo aprimorar a qualidade de vida e a eficiência das operações. Isso resulta em benefícios para os aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais.	Organizacional
Gupta; Kar (2015)	Um <i>campus</i> inteligente se baseia em três fundamentos essenciais: infraestrutura, operações e comunidade. As características centrais deste conceito incluem: automação impulsionada pela tecnologia avançada, serviços integrados acessíveis através de painéis de controle, eficiência energética e hídrica, fomento à criatividade e inovação através da colaboração, além de alcançar excelência através das melhores práticas.	Organizacional
Kwok (2015)	O <i>campus</i> que tem capacidade de resposta a novas situações ocorridas em sua operação diária.	Organizacional
Dong <i>et al.</i> (2016)	O <i>campus</i> inteligente se distingue por três características essenciais: a compreensão precisa do contexto e a disponibilidade constante de conexão à rede, a distribuição eficaz de recursos e a tomada de decisões inteligentes fundamentadas em princípios objetivos.	Organizacional
Petcovici; Stroulia (2016)	Um <i>campus</i> inteligente incorpora as interações de espaços virtuais e físicos para criar novas experiências usando dispositivos inteligentes em uma rede de IoT para garantir a eficiência operacional.	Organizacional
Liang; Chen (2018)	Um <i>campus</i> inteligente engloba um ambiente de aprendizado, trabalho e convivência conectado à <i>internet</i> , promovendo a integração entre esses aspectos. Esse ambiente integrado é suportado por uma variedade de sistemas de serviços e aplicativos, garantindo a completa integração entre a gestão e a vida no <i>campus</i> .	Tecnológica
Luo (2018)	No cerne de um <i>campus</i> inteligente está uma plataforma virtual destinada à troca de informações. A tecnologia da IoT é essencial para otimizar essa troca, construindo um sistema de rede computacional capaz de facilitar a pesquisa de informações, compartilhamento de recursos e outros serviços para professores e alunos. Essa infraestrutura possibilita ainda a gestão em tempo real do <i>campus</i> inteligente.	Tecnológica
Nan <i>et al.</i> (2018)	O <i>campus</i> inteligente representa uma evolução significativa na implementação de tecnologias de informação nas universidades. Suas características fundamentais abrangem uma rede de <i>internet</i> de alta velocidade, presença ubíqua da IoT, interconexão contínua, consciência ambiental, adoção de terminais inteligentes e promoção de aprendizagem colaborativa tanto no ambiente de pesquisa quanto no de trabalho. Essa abordagem está profundamente integrada às mais recentes tecnologias da <i>internet</i> , que fazem uso da Computação em Nuvem, virtualização e IoT para redefinir a maneira como os usuários interagem, compartilham conhecimento e utilizam recursos no <i>campus</i> .	Tecnológica
Peng <i>et al.</i> (2018)	Um <i>campus</i> inteligente visa possibilitar uma educação inteligente, precisa e personalizada.	Organizacional

Autores	Conceitos e características	Abordagem
Sánchez-Torres <i>et al.</i> (2018)	<i>Campus</i> inteligente é um sistema que utiliza tecnologias para ser mais competitivo e garantir um futuro mais sustentável, com uma ligação interdependente de redes de pessoas, tecnologia, infraestrutura, consumo, energia e espaços.	Tecnológica
Tian <i>et al.</i> (2018)	<i>Campus</i> inteligente é uma área de pesquisa interessante, nova e emergente, em que se usa tecnologia e infraestrutura para apoiar e melhorar seus processos nos serviços do <i>campus</i> , no ensino, na aprendizagem e na pesquisa.	Tecnológica
Weng; Zhang; Xia (2018)	O <i>campus</i> inteligente tem a capacidade de se adequar às necessidades de diversos alunos, impulsionado principalmente por dispositivos com recursos de rede. A interoperabilidade emerge como uma característica essencial desse sistema, permitindo a conexão integrada de diversos dispositivos eletrônicos e possibilitando que operem como um sistema unificado.	Tecnológica
Xia <i>et al.</i> (2018)	O conceito de <i>campus</i> inteligente é relativamente novo e surge como uma ferramenta de grande valor para a gestão do <i>campus</i> . Isso se deve ao emprego de tecnologias inteligentes que permitem ao gestor reduzir custos e aumentar a eficiência. Por exemplo, é possível monitorar e analisar em tempo real informações dos estudantes, incluindo recursos de imagem armazenados em ambientes de Computação em Nuvem.	Organizacional
Xu; Wang; Yu (2018)	As características distintivas de um <i>campus</i> inteligente englobam uma conscientização ambiental abrangente, conectividade de rede contínua, capacidade robusta de lidar com grandes volumes de dados, um ambiente de aprendizado expandido e a oferta de serviços personalizados tanto para professores quanto para alunos.	Organizacional
Yang <i>et al.</i> (2018)	O <i>campus</i> inteligente é uma plataforma de serviços de informação integrada, inovadora, colaborativa e inteligente. Com ampla aplicação da tecnologia IoT e tendo como objetivo alcançar o gerenciamento e o serviço inteligentes no <i>campus</i> .	Organizacional
Zhang (2018)	O conceito de <i>campus</i> inteligente surge em paralelo ao desenvolvimento da tecnologia da <i>internet</i> e, tipicamente, é empregado para compreender, perceber, adquirir e transmitir grandes volumes de dados.	Tecnológica
Fernández-Caramés; Fraga-Lamas (2019)	<i>Campi</i> inteligentes são aqueles que utilizam infraestrutura de TICs semelhantes às exigidas pelas cidades inteligentes, que aproveitam a IoT e soluções de Computação em Nuvem para monitorar e atuar nos múltiplos sistemas de uma universidade.	Tecnológica
Fraga-Lamas <i>et al.</i> (2019)	Um <i>campus</i> inteligente é composto por uma infraestrutura na qual sensores e atuadores inteligentes colaboram para coletar informações e interagir com as máquinas, ferramentas e usuários do <i>campus</i> universitário.	Tecnológica
Huang; Su; Pao (2019)	O <i>campus</i> inteligente é um conceito de instituição de educação que utiliza tecnologias, como sistemas de informação, IoT e computação sensível ao contexto para apoiar os processos de ensino-aprendizagem e atividades administrativas.	Tecnológica
Schenatz; Cunha; Kugler (2019)	O conceito de <i>campus</i> inteligente refere-se a espaços nos quais atividades de ensino, pesquisa e extensão são impulsionadas pelo uso de tecnologias emergentes, capazes de transformar todos os aspectos da vida acadêmica. Isso inclui áreas como edificações, ensino e aprendizado, energia, gestão e governança, aspectos sociais, mobilidade, recursos naturais, saúde, segurança e tecnologia.	Tecnológica
Zheng <i>et al.</i> (2019)	<i>Campus</i> inteligente refere-se a um ambiente inteligente de ensino, aprendizagem e qualidade de vida que integra ensino, pesquisa, gestão e vida no <i>campus</i> com base na IoT e em vários sistemas de serviços de aplicativos.	Tecnológica
Dong <i>et al.</i> (2020)	Um ambiente educacional que é permeado por tecnologias facilitadoras para serviços inteligentes para melhorar o desempenho educacional, ao mesmo tempo que atende aos interesses das partes interessadas.	Organizacional

Autores	Conceitos e características	Abordagem
Min-Allah e Alrashed (2020)	O <i>campus</i> inteligente é uma tendência emergente que permite às instituições educacionais combinar tecnologias inteligentes com infraestrutura física para melhorar os serviços, a tomada de decisões e a sustentabilidade do <i>campus</i> .	Organizacional
Prandi <i>et al.</i> (2020)	<i>Campus</i> inteligente é um ambiente físico no qual tecnologias inovadoras e amplamente difundidas de informação e comunicação permitem que as pessoas interajam com o espaço e gerem dados.	Tecnológica
Anagnostopoulos <i>et al.</i> (2021)	Um <i>campus</i> inteligente é uma miniatura de uma cidade inteligente com uma estrutura que permite aprendizagem, interação social e criatividade.	Cidades inteligentes
Chen; Liu (2021)	O <i>campus</i> inteligente integra a tecnologia da informação ao ensino e à educação para fornecer um ambiente de ensino com rede, dados, integração e inteligência.	Tecnológica
Francisco (2021)	Um <i>campus</i> que se empenha em aprimorar de maneira equitativa a experiência de seus usuários e prepará-los para os desafios do futuro, investindo em resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental, e fomentando a pesquisa para aprimorar a realidade da comunidade em que está inserido. Utiliza tecnologias modernas para oferecer serviços de alta qualidade e melhorar a qualidade de vida de alunos, funcionários e visitantes. Constantemente está buscando a inovação e adaptando-se às demandas do mundo contemporâneo. Não prejudica o meio ambiente e cria um ambiente produtivo, criativo e sustentável.	Organizacional
Mbombo e Cavus (2021)	Um <i>campus</i> inteligente é aquele que utiliza tecnologia de inovação dentro de sua organização para atingir seus objetivos estratégicos.	Tecnológica
Musa, Ismail e Fudzee (2021)	<i>Campus</i> inteligente é um ambiente capaz de fornecer tecnologia e infraestrutura eficientes na prestação de serviços para apoiar e melhorar o processo de ensino, pesquisa e experiência do aluno.	Organizacional
Mustafa <i>et al.</i> (2021)	O <i>campus</i> inteligente é a versão atualizada de uma universidade digital, proporcionando um melhor ambiente acadêmico para professores e alunos, melhorando a educação e a pesquisa e buscando os mais recentes desenvolvimentos em TICs que podem impulsionar o crescimento e a inovação educacional futuros.	Tecnológica
Omotayo <i>et al.</i> (2021a)	Uma colaboração de tecnologias como <i>Big data</i> , Computação em Nuvem, IoT, <i>internet</i> e computação de alto desempenho, virtualização, rede móvel e rede social, sensores e interfaces de comunicação comuns.	Tecnológica
Rashmi; Ashwin; Guddeti (2021)	Em um <i>campus</i> inteligente, a equipe do <i>campus</i> pode se concentrar em suas tarefas principais, enquanto a maioria das outras operações é gerenciada de forma transparente para oferecer relatórios dinâmicos, que ajudam na tomada de decisões.	Organizacional
Cheng <i>et al.</i> (2022)	Um sistema de ensino, gestão e pesquisa científica orientado a dados, em rede, inteligente e colaborativo, baseado em <i>Big data</i> , IoT, <i>internet</i> móvel e outras tecnologias de informação avançadas.	Tecnológica
Zhang <i>et al.</i> (2022a)	É a forma mais sofisticada de sistemas educacionais.	Tecnológica

Fonte: Autor (2026)

Observa-se, portanto, que a definição de *campus* inteligente possui diferentes caracterizações. A maioria concorda que o termo está relacionado a um ambiente que integra informações, frequentemente apoiado em tecnologia, para facilitar a tomada de decisão em diversas áreas da gestão organizacional e do conhecimento. Todas essas tecnologias, no ensino superior, têm desempenhado um papel importante na relação entre os estudantes, os professores e os gestores das instituições educacionais (Elsaadany; Soliman, 2017), não sendo

possível o desenvolvimento do *campus* inteligente sem a inovação tecnológica (Dong *et al.*, 2020).

Assim, diante da diversidade conceitual identificada na literatura e da ausência de uma definição consolidada, esta tese propõe o seguinte conceito para *campus* inteligente: uma estrutura acadêmica e organizacional integrada e orientada por dados, sustentada por tecnologias digitais interoperáveis, no qual infraestrutura física, sistemas de informação, processos acadêmicos e mecanismos de governança institucional se articulam estrategicamente para apoiar a tomada de decisão e a gestão eficiente do *campus*, com vistas ao aprimoramento do ensino, da pesquisa e da extensão, à promoção da sustentabilidade, da inclusão e da acessibilidade, bem como à melhoria da qualidade de vida da comunidade acadêmica.

2.2. Principais tecnologias aplicadas

Embora existam várias tecnologias disponíveis para o desenvolvimento dos *campi* inteligentes, parece haver um consenso entre os estudiosos sobre a importância das seguintes: Computação em Nuvem, *Internet* das Coisas (IoT), Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Inteligência Artificial (IA) (Dong *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020; Awuzie *et al.*, 2021). A seguir, são discutidas cada uma dessas tecnologias e suas interações com os *campi* inteligentes.

A Computação em Nuvem, também conhecida como *Cloud Computing*, é, de acordo com Taurion (2009, p. 2), “um conjunto de recursos como capacidade de processamento, armazenamento, conectividade, plataformas, aplicações e serviços disponibilizados na *internet*”.

Santos (2018, n.p.) afirma que “entre as várias definições para a Computação em Nuvem, há pontos em comum que abordam as suas características essenciais, como acesso remoto, compartilhamento de recursos, escalabilidade e ampla oferta”. Para Rico-Bautista *et al.* (2021), o valor central desta tecnologia está na gestão da informação e a sua implementação ajuda a organização manter toda a informação centralizada em um único local.

Nas instituições de ensino, a Computação em Nuvem permite que os alunos obtenham acesso rápido a recursos e serviços de aprendizagem *online* a qualquer momento e em qualquer lugar (ubiquamente), com escalabilidade infinita, maior conveniência e menor custo (Ercan, 2010).

Ao fazer uso de uma plataforma de aprendizagem baseada em nuvem no contexto do *campus* inteligente, é possível criar e compartilhar materiais de aprendizagem virtual de maneira integrada, expandindo os horizontes temporais e espaciais do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, tal abordagem favorece a execução de atividades de aprendizado colaborativo entre as partes interessadas do *campus* (Fasihuddin; Skinner; Athauda, 2012).

A *Internet* das Coisas (IoT) é, segundo Santos *et al.* (2016, n.p.), “uma extensão da *internet* atual, que proporciona aos objetos do dia a dia (quaisquer que sejam), mas com capacidade computacional e de comunicação, se conectarem à *internet*”. Quando dispositivos inteligentes se conectam por meio da IoT, formam uma rede inteligente e eficaz que possibilita a disseminação do conhecimento em qualquer lugar e a qualquer momento através do acesso remoto (Revathi *et al.*, 2020).

Para Dake, Bada e Dadzie (2023), a IoT possui o potencial de revolucionar a educação ao implementar tecnologias que promovem uma maior interligação entre as diferentes áreas dentro das instituições acadêmicas. Ainda, de acordo com os mesmos autores, a IoT redefinirá o papel do professor e do aluno, estabelecendo um *campus* inteligente que promoverá melhorias significativas nos resultados educacionais. Nesse sentido, Yakoubovsky e Sarian (2021) afirmam que a incorporação de ferramentas IoT na educação *online* pode aumentar o desempenho e a eficiência dos alunos em até 20%.

Em um ambiente educacional impulsionado pela IoT, os estudantes têm a capacidade de descobrir novas habilidades e padrões de aprendizagem adaptados, graças à integração da tecnologia e à análise de dados (Aini *et al.*, 2020). Além disso, os sistemas de aprendizagem baseados em IoT oferecem benefícios significativos para alunos com diferentes necessidades: aqueles com dificuldades de locomoção podem estudar no conforto de suas casas, os com deficiência auditiva podem converter áudio em texto, e os com problemas de visão podem transformar texto em áudio. Isso demonstra como a IoT pode atender às necessidades das pessoas com deficiência, destacando sua importância na promoção da inclusão, principalmente através da conectividade (Hollier *et al.*, 2017; Savov *et al.* 2019).

Dong *et al.* (2020) afirmam que os benefícios da implementação da tecnologia IoT em *campi* inteligentes podem ser resumidos em três aspectos fundamentais. Em primeiro lugar, a IoT proporciona uma plataforma de informações que permite aos professores acompanharem de perto o progresso de aprendizagem dos alunos, capacitando-os a tomar decisões fundamentadas. Em segundo lugar, a automação proporcionada pela IoT otimiza as operações do *campus*, simplificando o processo de ensino-aprendizagem. Essa praticidade permite, por exemplo, que os envolvidos direcionem mais atenção às atividades educacionais, em

detrimento das tarefas administrativas rotineiras. Por fim, o reconhecimento emocional ou psicológico, impulsionado pela tecnologia IoT, se integrado em um *campus* inteligente, pode monitorar o estado cognitivo dos alunos durante suas atividades de aprendizagem, ajustando o processo de ensino de acordo com condições mentais de cada indivíduo.

Para Yang *et al.* (2018), a IoT também desempenha um papel essencial na construção e implementação dos *campi* inteligentes, que dependem dessa tecnologia para fornecer uma plataforma de serviços para muitos professores e alunos. Contudo, é importante que os países e as instituições de ensino estejam financeiramente preparados e com políticas robustas para integrar a IoT e aproveitar os seus inúmeros benefícios (Dake; Bada; Dadzie, 2023).

Em relação à Realidade Virtual (RV) e à Realidade Aumentada (RA), tanto a primeira quanto a segunda, conforme Tori, Kirner e Siscoutto (2006, p. 23), permitem ao usuário retratar e interagir com situações imaginárias, envolvendo objetos reais e virtuais estáticos e em movimento. Porém, enquanto a RV imerge o usuário em um ambiente totalmente virtual, a RA mantém o usuário no ambiente físico, sobrepondo elementos virtuais ao mundo real. Ambas permitem uma interação mais natural com o mundo virtual, sem exigir treinamento prévio ou adaptação significativa. Nesse sentido, a incorporação de tecnologias de RV e RA no processo educacional pode ter um impacto transformador ao fornecer experiências imersivas e interativas (Reiners *et al.*, 2021).

A RV reúne especificidades e atributos que a tornam a ferramenta ideal para as múltiplas situações e contextos no processo de ensino-aprendizagem (Braga, 2001). Para Alves (2014), entre as diversas aplicações educacionais e de aprendizagem da RV, destaca-se sua capacidade de criar ambientes tridimensionais realistas, facilitando a navegação em três dimensões (3D) e a interação com objetos virtuais. Isso permite a construção de simuladores que se assemelham o máximo possível à realidade, nos quais os usuários podem sentir e manipular objetos virtuais.

Ademais, Piovesan, Passerino e Pereira (2012) afirmam que o uso da RV representa uma oportunidade para aprender a partir de uma situação artificialmente criada, mas que simula a realidade, proporcionando uma visualização mais fácil e uma sensação de interação com o objeto de estudo, além de se tornar indispensável quando experiências reais não são viáveis.

A RA também tem se destacado como uma ferramenta tecnológica amplamente empregada em contextos educacionais. Diversas pesquisas confirmam que sua adoção oferece benefícios significativos para a percepção e o engajamento dos participantes em atividades de

aprendizado, facilitando o processo de ensino-aprendizagem em diferentes domínios do conhecimento (Ayer; Messner; Anumba, 2016; Manrique-Juan *et al.*, 2017).

Para Dong *et al.* (2020), a RA proporciona uma forma diferenciada de interação e ganho de experiência para reforçar o ambiente de ensino-aprendizagem. Já Lopes *et al.* (2019) afirmam que o uso da RA tem se destacado, no contexto educacional, por meio de dispositivos móveis e aplicações voltadas para a área de Engenharia.

Em um *campus* inteligente com tecnologia RA, os alunos tendem a adquirir melhor conhecimento e compreensão do que está acontecendo ao seu redor, o que eleva suas experiências de aprendizagem (Dong *et al.*, 2020). Alghamdi e Shetty (2016) e Chamba-Eras e Aguilar (2017) avaliaram o uso da RA para fins educacionais e concluíram que a motivação para os estudos, a curva de aprendizado e a memorização dos alunos foram aprimoradas.

Além do que já foi mencionado, na literatura são encontrados diversos benefícios do uso da RA no ensino, sendo alguns desses: contribui de maneira significativa na percepção, interação e motivação dos alunos (Kirner; Zoral, 2005); ajuda os alunos a assumirem o controle de sua aprendizagem em seu próprio ritmo de estudo (Fernández-Caramés; Fraga-Lamas, 2019); melhora a cognição e a concentração dos alunos em suas tarefas de aprendizagem (Min-Allah; Alrashed, 2020); facilita o ensino de disciplinas nas quais os alunos não poderiam obter experiência no mundo real, como por exemplo em ambientes perigosos (Omotayo *et al.*, 2021a); aumenta a criatividade e a imaginação dos alunos (Ikriissi; Mazri, 2021); e motiva os alunos a explorarem os materiais de aula utilizando diferentes percepções (Cheng *et al.*, 2022).

Por fim, a Inteligência Artificial (IA) é uma ciência da computação que faz com que máquinas ou sistemas aprendam com a experiência, se adaptem a novas situações e executem tarefas semelhantes às humanas (Dong *et al.*, 2020).

A aplicação da IA na educação é bastante vasta e difundida na literatura, principalmente através de Sistemas Tutores Inteligentes (STIs), dos Sistemas de Gestão de Aprendizado ou *Learning Management Systems* (LMSs), da Robótica Educacional Inteligente e dos Cursos *Online*, Abertos e Massivos ou *Massive Open Online Course* (MOOCs) (SENAI, 2018, p. 12).

Ainda, de acordo com o relatório Tendências em Inteligência Artificial na Educação no período de 2017 a 2030 (SENAI, 2018, p. 9), o avanço da IA tem um impacto significativo nos processos de ensino-aprendizagem a curto e médio prazo. A integração de novas tecnologias na sala de aula pode ser um passo essencial na formação de indivíduos mais adaptados às demandas do século XXI.

Em um *campus* inteligente a Computação em Nuvem e a IoT fornecem a plataforma para soluções inteligentes e a IA é a técnica que adiciona atributos de inteligência aos dispositivos e sistemas (Dong *et al.*, 2020). Sendo, uma de suas principais vantagens, o potencial para reduzir custos, ao mesmo tempo que aumenta a eficiência e a acessibilidade (Schiff, 2022).

Segundo George e Wooden (2023), a aplicação da IA em *campi* inteligentes promovem um ambiente no qual os estudantes podem interagir com ferramentas e tecnologias sofisticadas, adquirir competências pertinentes no domínio da IA e aplicá-las em problemas reais. Por exemplo, Villegas-Ch, Arias-Navarrete e Palacios-Pacheco (2020) desenvolveram um *chatbot* baseado em IA com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos alunos. Já Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2004) argumentaram que a incorporação de tutores inteligentes no ensino superior, utilizando técnicas de IA, é capaz de estimular os alunos por meio de recursos tecnológicos inovadores, que capturam sua atenção, avaliam seu conhecimento, verificam a compreensão dos conceitos apresentados e ainda possibilitam a revisão do conteúdo no momento mais adequado para o aluno.

Para Rico-Bautista *et al.* (2021), a IA permite a criação de tutores inteligentes que, utilizando algoritmos, podem identificar as necessidades individuais dos alunos. Isso possibilita o desenvolvimento de um ensino personalizado, oferecendo suporte contínuo e melhorando as técnicas de aprendizagem.

Contudo, de acordo com George e Wooden (2023), à medida que a IA se torna cada vez mais integrada no ensino, faz-se necessário avançar nas discussões sobre o tema e adaptar estratégias para garantir a sua utilização responsável, maximizando, assim, o seu potencial para melhorar os resultados no processo de ensino-aprendizagem.

Além das tecnologias mencionadas anteriormente, na literatura é possível encontrar trabalhos utilizando outras soluções tecnológicas para os *campi* inteligentes. Algumas dessas tecnologias podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2 — Tecnologias aplicáveis aos *campi* inteligentes

Tecnologia	Referências
5G	Xu <i>et al.</i> (2019); Jurva <i>et al.</i> (2020); Longo <i>et al.</i> (2021); Chen <i>et al.</i> (2022); Han <i>et al.</i> (2022); Yu; Enzheng (2023).
<i>Blockchain</i>	Villegas-Ch; Palacios-Pacheco; Román-Canizares (2020); Shahin; Sabri (2021); Gill <i>et al.</i> (2022).
<i>Long Range Wide Area Network</i> (LoRAWAN) ou Rede de Longo Alcance	Webb; Hume (2018); Fraga-Lamas <i>et al.</i> (2019); Yasmin; Mikhaylov; Pouttu (2020); Pasetti <i>et al.</i> (2020).
<i>Edge computing</i> ou Computação de borda	Chang; Lai (2018); Longo <i>et al.</i> (2021); Chen <i>et al.</i> (2022); Han <i>et al.</i> (2022); Zhang <i>et al.</i> (2022b).

Tecnologia	Referências
Rede sem fio com protocolo <i>Zigbee</i>	Haghi <i>et al.</i> (2017); Gao (2022).
<i>Bluetooth</i>	Ali <i>et al.</i> (2015); Hadwan; Khan; Abuzanouneh (2020); Puckdeevongs <i>et al.</i> (2020).
Sensores inteligentes	Gilman <i>et al.</i> (2020); Kwet; Prinsloo (2020); Zaballos <i>et al.</i> (2020); Anagnostopoulos <i>et al.</i> (2021); Jabbar <i>et al.</i> (2021); Toutouh; Alba (2022).
<i>Radio Frequency Identification</i> (RFID) ou Identificação por frequência de rádio	Majeed; Ali (2018); Curraro <i>et al.</i> (2022); Niu <i>et al.</i> (2022).
<i>Raspberry Pi</i>	Hamad (2021); Jabbar <i>et al.</i> (2021); Monti <i>et al.</i> (2022).

Fonte: Autor (2026)

2.3. Benefícios

A integração de todas as tecnologias nos *campi* inteligentes possibilita uma série de benefícios, sendo esses: monitorar o fluxo de pessoas em relação à universidade; gerenciar o movimento acadêmico; analisar riscos e tomar decisões com base em dados estatísticos; sistematizar todos os procedimentos; e diminuir o consumo de energia (Sánchez-Torres *et al.*, 2018).

Para Villegas-Ch, Palacios-Pacheco e Luján-Mora (2019), os benefícios estão relacionados à economia de tempo e de custo; à automação da manutenção do *campus*; à proteção do meio ambiente; à automação do atendimento de alunos e de funcionários; e ao monitoramento da ocupação dos ambientes internos.

Além desses, pode-se ainda mencionar: maior eficiência e produtividade do *campus*; ampliação do alcance da universidade sem necessidade da expansão física de suas instalações; clareza na governança e gestão do *campus* (Ng *et al.*, 2010); suporte para tradução de áudio ao vivo em salas de conferência/teatros; contagem de pessoas que entram e saem dos *campus* para otimizar o uso dos ambientes ou mesmo ajudar em situações de emergência (Min-Allah; Alrashed, 2020); redução do risco de erro humano (Madyatmadja *et al.*, 2021); e melhoria da eficiência operacional (Mustafa *et al.*, 2021).

O processo de ensino-aprendizagem também pode ser beneficiado em um *campus* inteligente, como por exemplo: resolver as barreiras tradicionais de aprendizado por meio de facilitadores tecnológicos; permitir aprendizagem, ensino e pesquisa colaborativos; enriquecer o ambiente de aprendizado, ensino e pesquisa; melhorar a comunicação entre alunos, professores e gestão; atrair e reter os melhores alunos e professores (Ng *et al.*, 2010); possibilitar aos alunos o alcance de uma compreensão mais profunda dos conceitos ensinados; promover uma atitude positiva em relação à aprendizagem e uma maior motivação dos alunos em relação às disciplinas (Liu; Li, 2018); e ajudar os professores a mudar as suas ideias e

formas de pensar tradicionais, de modo a melhorar as suas competências pedagógicas (Xia; Guo, 2022).

No conjunto de estudos analisados, identificaram-se benefícios adicionais associados aos *campi* inteligentes, que complementam aqueles previamente apresentados, os quais são sistematizados no Quadro 3.

Quadro 3 — Benefícios dos *campi* inteligentes

Tipo	Benefícios	Fonte
Reconhecimento facial de alunos através de câmeras.	Contribuir para a otimização do tempo do professor, permitindo que este seja dedicado ao ensino e resulte em melhores desempenhos de aprendizagem dos alunos. Identificação da localização dos alunos em tempo real, dessa forma é possível identificar aqueles que não estão em sala de aula quando deveriam estar.	Min-Allah; Alrashed (2020); El Mrabet; Moussa (2020); Turkane <i>et al.</i> (2019).
Sistema de recomendação de livros em bibliotecas.	Indicação personalizada de livros com base em preferências ou necessidades dos usuários. Sugestão de livros semelhantes de acordo com títulos e conteúdo.	Makwana (2021).
Sistema de gerenciamento e disponibilidade de assentos e/ou ambientes.	Verificação da disponibilidade e reserva de assentos, por exemplo em uma biblioteca. Verificação de disponibilidade de quartos, tipos e preços em moradias estudantis. Verificação de disponibilidade de vagas em estacionamento.	Bansal <i>et al.</i> (2018); Ciolacu <i>et al.</i> (2019).
Quadros interativos habilitados para IoT e conectados à <i>internet</i> em salas de aula.	Professores obtêm acesso em tempo real a uma infinidade de conteúdos educacionais, aumentando o envolvimento, a curiosidade e a participação ativa dos alunos, ao mesmo tempo que promovem diversas estratégias pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem.	Ormanci <i>et al.</i> (2015); Promwongsa <i>et al.</i> (2021).
Cadeiras inteligentes conectadas a detectores de reconhecimento facial.	Coleta dados em tempo real (como por exemplo, o humor e a atenção do aluno na sala de aula) que podem ser usados para tornar o aprendizado mais envolvente, gerenciar recursos de sala de aula, agrupar alunos e personalizar o ensino.	Singh; Kaur (2019); Dake; Bada; Dadzie (2023).
Controle de estoque de conteúdos da biblioteca.	Notificação em tempo real sobre o inventário da biblioteca. Otimização do trabalho, redução do tempo para realizar o inventário e melhor gestão do setor.	Bansal <i>et al.</i> (2018).
Segurança das instalações de ambientes.	Sensores integrados, juntamente com dispositivos de detecção e prevenção de incêndios, podem emitir um alerta e enviar uma mensagem para os bombeiros. Essa detecção automatizada de incêndios protege os ambientes e previne danos, maximizando a segurança do <i>campus</i> .	Bansal <i>et al.</i> (2018); Abdel-Basset <i>et al.</i> (2019).
Sistemas de dados inteligentes.	Permitem que as IES identifiquem estudantes em risco, capazes de abandonar os estudos. Detecção e comunicação dos principais fatores que contribuem para a desistência dos alunos, facilitando a oferta de aconselhamento personalizado. Os dados coletados podem orientar os instrutores na modificação do conteúdo, filosofias de ensino, políticas de aula e aprendizagem personalizada. Podem também ser usados para fornecer <i>insights</i> sobre a eficácia de métodos de ensino e promover melhorias contínuas no processo educacional. Identificação de conteúdos em que os alunos possam estar enfrentando dificuldades e de áreas nas quais os docentes podem precisar de apoio ou treinamento adicional para melhorar suas habilidades de ensino.	Azizi <i>et al.</i> (2020); Banerjee <i>et al.</i> (2020); Kemper; Vorhoff; Wigger (2020); Li <i>et al.</i> (2020); Romero; Ventura (2020); Wu <i>et al.</i> (2020); Valks <i>et al.</i> (2021); Dake; Bada; Dadzie (2023); George; Wooden (2023).

Tipo	Benefícios	Fonte
Módulo de gerenciamento inteligente de resíduos com sensores ultravioleta (UV).	Detecção de nível, indicando o momento da coleta dos resíduos. Detecção de lixo úmido e seco, facilitando separação para o processo de coleta seletiva. Otimização de serviços de coleta do <i>campus</i> .	Pagnutti <i>et al.</i> (2017)
Ensino remoto e a administração de avaliações em um ambiente habilitado para IoT.	A aprendizagem pode ser expandida para além das salas de aula convencionais. Eliminação das restrições de tempo e localização, tornando a educação acessível a um grupo maior de alunos.	Moore <i>et al.</i> (2011); Bucea-Manea-Toniş <i>et al.</i> (2022).
Sistema de gestão energética.	Detecção de salas vazias e desligamento automático de luzes e de dispositivos não utilizados, economizando custos na operação no <i>campus</i> .	Lytvyn <i>et al.</i> (2019)
Sensores ambientais.	Monitoramento dos ambientes, como temperatura, umidade e qualidade do ar para garantir que os níveis estejam dentro da faixa ideal para o aprendizado ou mesmo identificar situações que possam afetar a saúde dos alunos e professores.	Sadrizadeh <i>et al.</i> (2022); George; Wooden (2023).
Dispositivos e sensores inteligentes, como por exemplo pulseiras individuais.	Monitoramento da saúde dos alunos e envio de notificações para os próprios estudantes, os pais, as autoridades e as instalações médicas em caso de emergência.	Khan <i>et al.</i> (2016); Hemapriya <i>et al.</i> (2017).
Acesso à tecnologia avançada como IoT, redes de alta velocidade, sistemas de gerenciamento integrado.	Essas tecnologias podem estimular a criatividade, proporcionando um ambiente favorável à inovação dos alunos, ao desenvolvimento de habilidades empreendedoras e a formação de profissionais mais preparados para os desafios do mercado de trabalho.	Zaballos <i>et al.</i> (2020); Zhang; Li (2021); Swadi; Al-Dalaïen (2022).
Suporte ao ensino remoto e híbrido.	Em situações de necessidade de ensino a distância, como ocorreu durante a pandemia de Covid-19, os <i>campi</i> inteligentes estão melhor preparados para oferecer uma experiência de aprendizagem remota mais eficiente e integrada, facilitando a comunicação entre as partes interessadas e garantindo a continuidade do processo educacional.	Altinay <i>et al.</i> (2020); Nguyen <i>et al.</i> (2022).
Ambientes interativos de aprendizagem	Ambientes tais como: laboratórios virtuais, espaços de trabalho colaborativo com tecnologias de ponta, salas de aula equipadas com recursos multimídia e ambientes de realidade aumentada e virtual, por exemplo, possibilitam a realização de atividades práticas e projetos que enriquecem a experiência de aprendizagem dos alunos e tornam o processo de ensino mais eficiente.	Kwet; Prinsloo (2020); Villegas-Ch; Arias-Navarrete; Palacios-Pacheco (2020); Omirzak <i>et al.</i> (2022); Qi; Huang (2022).
Aprendizagem personalizada.	Com a ajuda da tecnologia, é possível adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos, permitindo que cada estudante progrida em seu próprio ritmo e explore abordagens de aprendizagem que melhor se adequem a suas preferências. Também, por meio de plataformas educacionais, é possível acompanhar o progresso de cada aluno, identificar suas dificuldades e oferecer recursos e estratégias personalizadas de apoio.	Dong <i>et al.</i> (2020); Rico-Bautista <i>et al.</i> (2021); Chen (2022); Feng (2022); Zhou; Tang (2022).
Colaboração e interação.	Os <i>campi</i> inteligentes favorecem a colaboração e interação entre estudantes, professores e até mesmo entre diferentes cursos e departamentos. Através de plataformas de comunicação e trabalho em grupo, os alunos podem compartilhar conhecimentos, discutir ideias, participar de projetos colaborativos e desenvolver habilidades importantes para o trabalho em equipe.	Gilman <i>et al.</i> (2020).

Tipo	Benefícios	Fonte
Acesso a informações e recursos educacionais.	Com a conectividade e os dispositivos móveis presentes nos <i>campi</i> inteligentes, os estudantes têm acesso facilitado a uma vasta quantidade de informações e recursos educacionais <i>online</i> . Bibliotecas digitais, bases de dados, artigos científicos e materiais de estudo estão disponíveis de forma rápida e acessível, permitindo que os estudantes acessem informações relevantes a qualquer momento e de qualquer lugar, facilitando a pesquisa, a resolução de problemas e a construção do conhecimento.	Maphosa (2020); Chagnon-Lessard <i>et al.</i> (2021); Mustafa <i>et al.</i> (2021); Gao (2022).

Fonte: Autor (2026)

2.4. Iniciativas voltadas para o processo de ensino-aprendizagem

Na literatura pesquisada, inúmeras iniciativas tecnológicas têm sido propostas em associação com o conceito de *campus* inteligente. Porém, o principal objetivo das IES é proporcionar educação de qualidade e facilitar o processo de ensino e aprendizagem, por isso deve ser uma prioridade para qualquer *campus* ter soluções inteligentes e confiáveis para melhorar esse processo em primeiro lugar (Min-Allah; Alrashed, 2020). Nesse sentido, a literatura apresenta uma vasta quantidade de iniciativas nos *campi* inteligentes voltadas para a área do ensino. A seguir, alguns desses trabalhos são apresentados.

Altinay *et al.* (2020) defendem que a pandemia de Covid-19, vivenciada por todo mundo em 2020, exigiu adaptações dos sistemas educacionais, principalmente em relação à conectividade. Assim, os autores realizaram uma pesquisa qualitativa, em uma universidade do Chipre, com o objetivo de avaliar o processo de adaptação das instituições de ensino superior à aprendizagem *online* e determinar suas barreiras para implementação em *campi* inteligentes.

Os resultados indicaram que a comunidade acadêmica está ciente da disponibilidade de serviços e aplicativos para um *campus* inteligente. No entanto, a infraestrutura tecnológica atual do *campus* selecionado pelos autores não é adequada (os detalhes dessa infraestrutura não são fornecidos). Ainda, conforme os resultados da pesquisa, tanto os docentes como os alunos não têm informações suficientes e, conseqüentemente, os conteúdos e processos das aulas *online* não são preparados adequadamente.

Por fim, os autores concluem que, em um *campus* inteligente, é fundamental o planejamento de estratégias e de políticas para o desenvolvimento das habilidades educacionais e gerenciais dos alunos e que um processo de ensino-aprendizagem *online* bem planejado pode ser uma forma eficaz de educação durante crises, mitigando deficiências educacionais.

Dong *et al.* (2020) realizaram uma revisão das tecnologias de suporte e de trabalhos relacionados aos *campi* inteligentes a fim de definir uma estrutura para um *campus* inteligente orientado ao aprendizado centrado no ser humano. A ideia, com a pesquisa, foi elevar a experiência de aprendizado dos alunos e a qualidade do ensino das instituições educacionais.

A estrutura definida pelos autores consistiu em três camadas: infraestrutura, tecnologia e serviço. No centro dessas três camadas, foram posicionadas as partes interessadas (*stakeholders*), indicando que as atividades em um *campus* inteligente devem ser centradas nos seus interesses. Após a definição da estrutura, os autores apresentaram seis características principais para um *campus* inteligente: sensível ao contexto; orientado por dados; capacidade de prever as condições futuras; colaborativo; imersivo, permitindo uma mistura de ambientes virtuais e reais para o aprendizado; e ubíquo, possibilitando que os alunos aprendam a qualquer hora, em qualquer lugar, de qualquer maneira e em qualquer ritmo.

Para os autores, a prestação de serviços dos *campi* inteligentes influencia os resultados no processo de ensino-aprendizagem, assim, também exploraram potenciais serviços inteligentes e fatores interdisciplinares que promovem ou restringem o desenvolvimento dos *campi* inteligentes. Os potenciais serviços foram categorizados em essenciais, personalizados, adicionais, de acessibilidade, universalidade e usabilidade e, por fim, de interação com as partes interessadas. Já os fatores interdisciplinares incluíram incentivos econômicos, impactos sociais, restrições legais/regulatórias e consciência da sustentabilidade.

Apesar de mencionarem benefícios para o processo de ensino-aprendizagem, Dong *et al.* (2020) não colocaram em prática a estrutura de *campus* inteligente por eles definida, assim não sendo possível validar, de fato, tais benefícios.

Kwet e Prinsloo (2020) contextualizam cidades inteligentes, *campus* inteligente e salas de aula inteligentes. Para as últimas, discutem projetos com o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs) direcionadas para coleta de dados de seus usuários através, por exemplo, do monitoramento de câmeras e sensores inteligentes para reconhecimento de emoções dos alunos com o objetivo de aprimorar as técnicas de ensino-aprendizagem.

Os autores constataram que a tecnologia inteligente não apresentou evidências consistentes de melhoria nos resultados educacionais em larga escala. Além disso, observaram que o uso de vigilância e coleta de dados dos usuários dos *campi* levanta sérios dilemas éticos, questionando a própria ideia de uma sala de aula inteligente.

Assim, recomendaram a proibição de qualquer solução de sala de aula inteligente que envolva dispositivos de vigilância física, devido à violação dos direitos individuais, restrição da liberdade de expressão e risco para comunidades vulneráveis. E, por fim, concluíram que

alunos e professores devem colaborar na definição do conceito de sala de aula inteligente e na determinação do papel da tecnologia no ambiente educacional futuro, e que as instituições educacionais devem capacitar os alunos para uma análise crítica do mundo digital.

Villegas-Ch, Arias-Navarrete e Palacios-Pacheco (2020) propuseram uma arquitetura para tomada de decisão que integra diversos sistemas responsáveis por tarefas educacionais. Utilizaram para isso a análise de dados e a integração da Inteligência Artificial (IA) com um sistema de gestão de aprendizagem. Conforme os autores, uma arquitetura com essas características permite melhorar o desempenho do aluno, uma vez que o processo de ensino-aprendizagem passa a ser centrado nas necessidades dos usuários.

A arquitetura foi composta basicamente por um *chatbot*, baseado em IA, que recomenda e monitora atividades personalizadas para cada aluno. As atividades são recomendadas dentro de um sistema de gerenciamento de aprendizagem. Os autores implementaram essa estrutura por um período de 90 dias e observaram melhorias no desempenho acadêmico dos alunos. Houve um aumento na participação em aulas, conclusão e entrega de tarefas, bem como na qualidade dos trabalhos submetidos.

Assim, concluíram que a arquitetura proposta é adaptável a qualquer modelo educacional, permitindo interação ubíqua do aluno. Além disso, destacaram que, ao compreender as necessidades individuais dos alunos, a arquitetura pode utilizar dados históricos para encontrar as melhores soluções para o processo de ensino-aprendizagem.

Zaballos *et al.* (2020) afirmam que estudos recentes têm sugerido que o conforto em ambientes educacionais é um parâmetro crítico para o sucesso no processo de ensino-aprendizagem e para a evolução da sociedade. Nesse sentido, examinaram pesquisas com foco em desenvolvimento sustentável e apresentaram uma estrutura para um *campus* inteligente que emprega redes de sensores sem fio baseadas em IoT nas áreas de monitoramento do conforto ambiental e sistemas de detecção de emoções.

O objetivo do trabalho foi fornecer informações sobre o nível de conforto dos usuários e visualizar parâmetros físicos de instalações educacionais para eficiência energética. Os autores acreditam que a produtividade é diretamente influenciada por parâmetros como conforto térmico, visual, acústico e de qualidade do ar. Porém, apesar de citarem benefícios desse monitoramento, eles não realizaram um estudo de caso para comprová-los de fato. Por fim, concordaram que os conceitos e o nível de inteligência em um *campus* inteligente ainda não estão totalmente esclarecidos, sendo necessário avançar sobre o tema.

Chagnon-Lessard *et al.* (2021) conduziram uma análise da literatura científica da última década (2010-2020) sobre *campi* inteligentes. Para isso, selecionaram 182 publicações

e as classificaram em sete categorias de inteligência com base na questão principal abordada, sendo essas: edifícios, pessoas, meio ambiente, mobilidade, dados, governança e vivência. No estudo também são apresentadas questões em aberto, desafios e oportunidades de pesquisa referentes aos *campi* inteligentes.

Constataram, com base na literatura analisada, que é necessário esclarecer as relações entre inteligência e sustentabilidade dos *campi*, que uma cidade ou região não pode se dizer inteligente se não possuir um *campus* universitário que seja modelo de desenvolvimento sustentável, que a temática de privacidade e questões éticas aplicadas aos *campi* inteligentes ainda são pouco abordadas na literatura, e que são escassas as informações encontradas nas publicações sobre as características que tornam um projeto de *campus* inteligente aceito, adaptado e bem-sucedido dentro de suas comunidades universitárias.

Os autores também concluíram que são poucos os estudos abordando o desenvolvimento de novas práticas de ensino e aprendizagem que trariam vantagens em comparação com métodos "tradicionais". Assim, defenderam que uma melhor integração entre os avanços recentes em pedagogia e a pesquisa em *campi* inteligentes poderia ajudar no desenvolvimento dessas novas práticas.

Mbombo e Cavus (2021) investigaram o conceito de *campus* inteligente, através de uma revisão da literatura, focando seu impacto nos professores, alunos e na organização em geral. Os autores definiram o conceito de *campus* inteligente e destacaram as vantagens do uso do *Big data*, assim como os impactos do *e-learning*.

Em relação ao *Big data*, concluíram que, com a quantidade de dados disponíveis, as instituições podem não apenas acompanhar o progresso de cada aluno, mas também monitorar de perto como os professores conduzem o processo de ensino-aprendizagem. Isso possibilita uma análise rápida, precisa e inteligente do progresso individual dos alunos. Quanto ao *e-learning*, os autores concordaram que esse tem um forte impacto no processo educacional. Ao adotá-lo, várias instituições tornaram mais acessíveis aos alunos os dados necessários para melhorar seu aprendizado, promovendo uma colaboração mútua entre alunos e professores.

Os autores também defenderam que é fundamental o uso de informações *online* para aumentar o nível de aprendizado, uma vez que isso pode trazer diversas vantagens para alunos, professores e instituições de ensino. Porém, os benefícios e vantagens das tecnologias inteligentes para o processo de ensino-aprendizagem são apresentados somente de forma teórica, não havendo nenhuma comprovação prática na pesquisa realizada.

Musa, Ismail e Fudzee (2021) basearam-se na ideia de que as universidades precisam atender a seis domínios para implementar um *campus* inteligente: aprendizado inteligente,

campus sustentável, saúde inteligente, gerenciamento inteligente, governança inteligente e comunidade inteligente.

Em relação ao aprendizado inteligente, é destacado que seu principal objetivo é aprimorar a interação entre professores e alunos, o que resulta em uma melhor transferência de conhecimento. Segundo os autores, isso pode ser feito, por exemplo, através de laboratórios virtuais, sistemas de tradução automática e aprendizado cooperativo, adaptativo ou ludificado.

Uma vez apresentados esses domínios, uma pesquisa bibliográfica foi conduzida a fim de identificar quais desses domínios estão implantados em cinco universidades da Malásia. O resultado mostrou que todas as universidades avaliadas implementaram os domínios de *campus* inteligente. Em percentual, gerenciamento inteligente apresentou o maior número das iniciativas gerais, com 58%, seguido por aprendizado inteligente, com 13% e *campus* sustentável, com 10%. Os autores também identificaram que pesquisa inteligente é um sétimo domínio de *campus* inteligente.

Mustafa *et al.* (2021) investigaram a percepção dos alunos sobre a implementação de aplicativos de *campus* inteligente em IES da Malásia. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, selecionaram cinco elementos comuns dos *campi* inteligentes: cartão inteligente, sala de aula inteligente, energia inteligente, sensores inteligentes e aprendizado inteligente. Além disso, para cada um desses elementos foram listadas algumas aplicações.

Por exemplo, para o aprendizado inteligente as aplicações foram: todas as notas de aula e materiais de ensino podendo ser acessados através da *internet*; sistema integrado de informações *online* para inscrição em cursos, agendamento de exames, revisão de notas, aconselhamento, agendamento e fluxo de trabalho; plataforma *online* separada para determinar e discutir o conteúdo do curso entre alunos e professores; e possibilidade de fazer reuniões *online* entre professores e alunos.

Por fim, realizaram uma pesquisa quantitativa com 912 alunos e os dados obtidos foram analisados e classificados através do índice de importância relativa (IIR). Os resultados mostraram que os alunos decidiram que a aprendizagem inteligente é o elemento mais importante de um *campus* inteligente e cartão inteligente o menos importante.

Omotayo *et al.* (2021b) entendem que um desafio significativo relacionado aos *campi* inteligentes é a escassez de estudos sobre essa temática que identifiquem todos os elementos de infraestrutura necessários para o seu desenvolvimento. Realizaram, portanto, uma análise bibliométrica em estudos publicados entre 2011 e 2021 nas bases de dados da *Web of Science* e *Scopus* com o objetivo de estudar esses elementos.

Assim, foram investigados 285 artigos, a partir dos quais foram identificadas 15 áreas (*clusters*) relacionadas ao desenvolvimento dos *campi* inteligentes. Por fim, baseados na revisão bibliográfica, os autores descobriram que existe uma tendência crescente de estudos sobre a temática dos *campi* inteligentes em todo o mundo, que a China contribuiu com 48,4% de todos os artigos publicados e que as 15 áreas identificadas podem ser agrupadas em quatro principais: infraestrutura de construção ou reaproveitamento de edifícios, rede de tecnologia e informação, melhoria contínua e gerenciamento inteligente do ensino e da aprendizagem.

Mircea, Stoica e Ghilic-Micu (2021) partiram da observação de que a pandemia de Covid-19 provocou mudanças aceleradas na educação e forçou a integração das TICs no ensino superior. Porém, os autores defendem que o impacto de tudo isso está longe de ser totalmente compreendido.

Nesse sentido, caracterizaram um ambiente inteligente através de seis domínios: educação, ensino, aprendizagem, universidade, sala de aula e avaliação inteligentes. No centro desse ambiente colocou-se a IoT. Uma vez, cientes da importância da IoT para os ambientes inteligentes, os autores buscaram avaliar o seu impacto no ensino superior. Para isso propuseram um modelo de avaliação baseado em hipóteses e realizaram uma pesquisa qualitativa com 254 usuários (alunos e docentes) da *Bucharest University of Economic Studies* (BUES), na Romênia.

As hipóteses de pesquisa levantadas pelos autores levam em consideração que a IoT tem influência positiva para o ensino superior, por exemplo, na excelência da atividade docente (ensino) e das atividades de aprendizagem; na atração de recursos adicionais das partes interessadas (bolsas ou estratégias financeiras de evasão, por exemplo); e na conectividade intra e extrauniversitária. Como resultado das percepções dos alunos e docentes, concluíram que a adoção da IoT no ensino superior tem uma forte influência positiva na excelência do processo de ensino-aprendizagem e nos recursos adicionais das partes interessadas.

Zhang e Li (2021) implementaram um modelo de sala de aula inteligente baseado, principalmente, na tecnologia da IoT, mineração de dados e Computação em Nuvem. A ideia principal da pesquisa foi investigar e encontrar os problemas comuns na aplicação da informatização no ensino.

Para avaliar a eficácia do modelo proposto, os autores selecionaram 100 alunos. Como resultado, 100% desses alunos consideraram o método de ensino útil ou muito útil para aumentar o interesse em aprender. Em relação à melhoria da capacidade de comunicação intercultural, 84,6% dos alunos acharam que é útil ou muito útil, enquanto 15,4% mantiveram

uma atitude neutra. Os autores concluíram que a IoT e a sala de aula inteligente são fundamentais para implementação dos *campi* inteligentes, beneficiando tanto o processo de ensino-aprendizado quanto a administração do *campus*.

Chen (2022) defende que a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem, com base na análise de dados dos alunos, é uma direção importante da reforma da educação superior e que isso conduzirá à melhoria contínua do ensino.

O autor ainda enfatiza que, com base nas particularidades dos estudantes, é possível desenvolver abordagens educacionais que favoreçam a integração entre os recursos educativos e as suas características individuais. Esse processo resultará em um aprimoramento constante da qualidade do aprendizado e da formação discente. Dessa forma, segundo o autor, encontrar os principais fatores relacionados ao desempenho acadêmico dos estudantes é a chave para implementar formas eficazes de ajudá-los a melhorar o aprendizado.

Assim, a pesquisa buscou, através do uso de algoritmos de aprendizado de máquina e de técnicas de mineração de dados, construir um modelo e um sistema acadêmico de alerta à instituição acadêmica para garantir que os alunos possam concluir seus estudos com sucesso. O sistema tem a capacidade de antecipar resultados, permitindo à organização tomar medidas para aprimorar o desempenho dos estudantes.

O autor implementou o sistema, mas concluiu que há aspectos a serem aperfeiçoados, especialmente na previsão da reprovação de alunos, cujos resultados foram insatisfatórios. Além disso, há uma necessidade de integrar mais dados de entrada, como informações sobre o trabalho, o descanso e a saúde mental dos estudantes.

Gao (2022) desenvolveu e examinou um sistema de *campus* inteligente que utiliza tecnologia de rede de sensores sem fio, dividido em duas áreas principais: uma destinada aos educadores e outra aos alunos. Os módulos para os educadores incluem o envio (*upload*) de materiais educacionais, a criação de salas de aula virtuais, a distribuição e avaliação de tarefas, o monitoramento do progresso de cada discente e o acesso às informações dos estudantes. Por sua vez, os módulos para os alunos incluem o recebimento (*download*) de materiais educacionais, participação em aulas *online*, realização e visualização de tarefas, além do acesso a informações sobre os educadores.

O autor destaca que, em comparação com o modelo tradicional centrado no professor, o sistema desenvolvido prioriza o aluno, demonstra eficácia no processo de ensino e pode ser implementado com sucesso em outras instituições educacionais.

Nguyen *et al.* (2022) conceberam e construíram quatro sistemas robóticos (assistente virtual, robô de telepresença, robô guia e robô de entrega) para um *campus* universitário

inteligente no Vietnã, visando aprimorar a experiência dos usuários, os resultados acadêmicos e o ambiente geral.

Os autores afirmam que esses sistemas robóticos implementados contribuíram de maneira positiva para a qualidade de vida, os serviços no *campus* e o desempenho no ensino remoto, além de auxiliarem no cumprimento das medidas de distanciamento social durante a pandemia de Covid-19. No entanto, embora tenham chegado a essas conclusões, os autores não apresentam dados ou informações mais concretas que respaldem todas essas melhorias.

Omirezak *et al.* (2022) fundamentam que o conceito de sala de aula inteligente (*smart classroom*) é implementado por meio da sinergia de tecnologias, parâmetros do ambiente de aprendizagem e processos realizados nas atividades educacionais.

As tecnologias abrangem uma variedade de ferramentas, como dispositivos digitais e móveis, sensores, sistemas de reconhecimento, gestão de aprendizagem, *software* especializado, IA, RA e RV, Computação em Nuvem, *Big data* e análise de aprendizagem. Os parâmetros do ambiente de aprendizagem incluem elementos como iluminação dinâmica, controle de qualidade do ar, acústica e o *design* funcional da sala de aula. Quanto aos processos, são facilitados pela interação eficaz com o conteúdo educacional, envolvendo tanto os participantes quanto as plataformas e ferramentas tecnológicas educacionais.

Os autores exploraram o potencial da aprendizagem móvel e da tecnologia de sala de aula inteligente para aprimorar a educação a distância. Conduziram uma pesquisa qualitativa com 200 usuários do sistema de aprendizagem móvel, concluindo que as tecnologias e os processos têm maior impacto na qualidade da educação do que os parâmetros ambientais adotados na sala de aula inteligente.

Qi e Huang (2022) defendem que o avanço das TICs oferece uma oportunidade para o desenvolvimento de salas de aula inteligentes. Assim, tomaram como exemplo o curso de chinês universitário e fizeram um estudo sobre a aplicação de tecnologias avançadas para o ensino em sala de aula.

O ambiente educacional descrito na pesquisa integra as tecnologias de *Big data*, Computação em Nuvem, Inteligência Artificial e Simulação Virtual, criando um ambiente de aprendizagem capaz de analisar detalhadamente os registros de aprendizado, além de permitir a comunicação e interação *online* em tempo real entre seus usuários.

Com o objetivo de aprimorar a interação entre professores e alunos e construir um ambiente de sala de aula diversificado e multidimensional, os autores também adotaram no ambiente uma variedade de métodos de ensino, como: sala de aula invertida, aprendizado cooperativo orientado a tarefas, dramatização e ensino situacional. Além disso, foram

abordadas as dificuldades e desafios encontrados no ensino tradicional universitário chinês. Porém, apesar de mencionarem a possibilidade de melhoria no nível de aprendizagem, os autores não conseguiram comprovar isso por meio da pesquisa desenvolvida.

Xu *et al.* (2022) utilizaram entrevistas, questionários e outros métodos analíticos com o objetivo de entender os benefícios e vantagens do *campus* inteligente. Assim, os autores selecionaram dados de uma instituição educacional para análise e comparação entre a “educação inteligente” e a “educação tradicional” em três estágios: antes, durante e depois das aulas.

Como resultado, identificaram que a educação voltada para *campi* inteligentes possui uma compreensão mais profunda das características de aprendizagem e da experiência educacional dos alunos em comparação com a educação tradicional. Além disso, os autores concluíram que, em relação aos alunos, a educação inteligente favorece a melhoria da eficiência e do aprendizado, estimula a capacidade de investigação e inovação, aprimora a flexibilidade na aplicação do conhecimento e tem seu conteúdo centrado no aluno.

Zhang *et al.* (2022b) realizam uma revisão sistemática da literatura para resumir e categorizar as tecnologias e suas aplicações para o contexto de *campi* inteligentes. Como resultado, as tecnologias foram agrupadas em cinco domínios distintos: tecnologias de computação e armazenamento de dados, tecnologias de IoT, tecnologias inteligentes, tecnologias imersivas e tecnologias móveis. Já as aplicações foram categorizadas em quatro domínios inteligentes: aprendizado, vivência, ambiente e gerenciamento.

Com base na categorização elaborada, os autores conduziram um estudo de caso sobre as tendências atuais das pesquisas e desenvolvimento de *campi* inteligentes. Por fim, concluíram que em relação às tecnologias, professores e alunos, como partes interessadas, colocaram mais importância na IoT e na IA como seus interesses para perceber a inteligência do *campus*. Em compensação, tecnologias como Computação em Nuvem, RA, RV e aplicativos móveis são menos atraentes, embora os autores indiquem que seu uso crescente nas instituições de ensino pode transformar a forma de educação no futuro. Em relação às aplicações de *campi* inteligentes, professores e alunos colocaram o aprendizado como o domínio mais necessário para o desenvolvimento da inteligência no *campus*.

Zhou e Tang (2022) construíram um modelo de ensino inteligente para aulas de educação física, uma vez que, segundo os autores, os alunos chineses não possuem o hábito de praticar exercícios físicos desde a infância, dando ainda menos atenção a essa questão depois de ingressarem no ensino superior.

O modelo proposto emprega sensores para identificar as atividades esportivas dos

alunos e oferecer orientação aos professores, sendo aplicado em dois grupos: o grupo de controle, composto por alunos que não adotaram o método de ensino, e o grupo experimental, que utilizou o modelo de ensino inteligente para aulas de educação física.

Para avaliar a eficácia do modelo, os autores distribuíram formulários para ambos os grupos de alunos e posteriormente analisaram os dados coletados. O foco principal da análise foi nas percepções dos alunos em relação ao ambiente de aprendizagem durante as aulas, no interesse e na atitude em relação à aprendizagem, bem como no papel do modelo de ensino inteligente em esportes. Os autores concluíram que, em todos os aspectos avaliados, os resultados dos alunos no grupo experimental superaram os do grupo de controle.

Dake, Bada e Dadzie (2023) discutiram as aplicações da IoT na educação, seus benefícios e os principais desafios para sua implementação nas instituições educacionais. Em relação aos benefícios foram abordadas as aplicações da IoT em: salas de aula; bibliotecas; dados; alunos; administração; professores; albergues; e assistência médica. Já sobre os desafios, os autores examinaram os seguintes: segurança e privacidade; conectividade com a *internet*; largura de banda da rede; custo dos dispositivos IoT; incompatibilidade de dispositivos; cobertura sem fio e duração da bateria; políticas e prioridades institucionais; escalabilidade e confiabilidade; preocupações éticas; e desumanização.

O foco do trabalho foi direcionado para as instituições educacionais de Gana, mas as descobertas são aplicáveis globalmente. Concluíram que, embora os benefícios da IoT no processo de ensino-aprendizagem dos *campi* inteligentes sejam evidentes, os desafios de sua implementação exigem políticas agressivas e urgentes.

George e Wooden (2023) abordaram o uso da IA nos *campi* inteligentes. Para isso realizaram uma revisão das aplicações atuais e emergentes da IA no ensino superior, descreveram os aspectos funcionais de um *campus* inteligente, exploraram os papéis e as responsabilidades do *campus* inteligente na melhoria da experiência educacional e analisaram os desafios e oportunidades da integração da IA no processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, concluíram que a integração da IA nos *campi* inteligentes apresenta os seguintes desafios: possibilidade de realocação de empregos pela automatização dos processos; necessidade de proteção à privacidade e à segurança dos dados; incapacidade da IA para lidar com questões que exigem discernimento humano, como dilemas éticos e pensamento crítico; possibilidade de os estudantes não adquirirem habilidades interpessoais e nem experiências sociais típicas da educação presencial; e discriminação, por parte de empregadores, na classificação, admissão e contratação de futuros profissionais diplomados em um *campus* inteligente centrado na IA.

Yu e Enzheng (2023) desenvolveram e avaliaram um sistema de educação remota para um *campus* inteligente utilizando tecnologia de comunicação 5G, combinada com um algoritmo que aprimora o planejamento e estabelece um roteiro ideal para distribuição de tarefas educacionais.

Os autores consideraram os seguintes princípios para desenvolvimento do sistema: progresso tecnológico; padronização; segurança; confiabilidade; economia de recursos; flexibilidade e escalabilidade; e facilidade de operação. Para avaliação do sistema proposto, foram utilizados 99 professores e alunos em 02 turmas durante um semestre. Por fim, concluem que o modelo construído apresentou bom desempenho para o processo de ensino-aprendizagem.

O Quadro 4 resume as principais iniciativas em *campi* inteligentes voltadas para o processo de ensino-aprendizagem, conforme evidenciado na literatura examinada.

Quadro 4 — Principais temáticas abordadas

Autores	Temáticas abordadas
Altinay <i>et al.</i> (2020)	Aprendizado <i>online</i> , adaptação, acessibilidade e ensino em situações de crises.
Dong <i>et al.</i> (2020)	Tecnologias inteligentes, aprendizagem centrada no ser humano, necessidades e contribuições das partes interessadas, características dos <i>campi</i> inteligentes, ensino personalizado, qualidade da educação e métodos ativos de ensino.
Kwet; Prinsloo (2020)	Internet das Coisas (IoT), <i>big data</i> , sala de aula inteligente, sensores inteligentes, ensino <i>online</i> , identificação de padrões comportamentais humanos e sistema de vigilância interna.
Villegas-Ch; Arias-Navarrete; Palacios-Pacheco (2020)	Inteligência artificial, teorias da aprendizagem, ensino personalizado, <i>chatbot</i> , assistente virtual, tomada de decisão, <i>big data</i> , mineração de dados e redes neurais.
Zaballos <i>et al.</i> (2020)	Sustentabilidade ambiental, conforto dos alunos (conforto térmico, visual, acústico e qualidade do ar), eficiência energética, detecção de emoções, IoT, <i>big data</i> e sensores inteligentes.
Chagnon-Lessard <i>et al.</i> (2021)	Revisão sistemática de literatura, categorias de inteligência dos <i>campi</i> (edifícios, pessoas, meio ambiente, mobilidade, dados, governança e vivência), sustentabilidade, desafios de implementação dos <i>campi</i> inteligentes e questões em aberto sobre <i>campus</i> inteligente.
Mbombo; Cavus (2021)	Ensino personalizado, aprendizado <i>online</i> e <i>big data</i> .
Musa; Ismail; Fudzee (2021)	Implantação e domínios de <i>campus</i> inteligente, aprendizado inteligente, <i>campus</i> sustentável, gerenciamento inteligente, saúde inteligente, governança inteligente e comunidade inteligente.
Mustafa <i>et al.</i> (2021)	Conceitos de <i>campus</i> inteligente, IoT, iniciativas de <i>campus</i> inteligente, elementos de inteligência dos <i>campi</i> (aprendizagem, energia, sala de aula, cartões e sensores).
Rico-Bautista <i>et al.</i> (2021)	<i>Big data</i> , IoT, computação em nuvem e inteligência artificial.
Mircea; Stoica; Ghilic-Micu (2021)	IoT e ambiente de educação inteligente.
Zhang; Li (2021)	Sala de aula inteligente, ensino inteligente, IoT, mineração de dados e computação em nuvem.
Chen (2022)	Mineração de dados, características dos alunos, sistema de alerta, melhoria do ensino e método <i>fuzzy</i> .
Gao (2022)	Sistema de ensino, ensino personalizado, <i>big data</i> , inteligência artificial, localização interna em edifícios, rede de sensores sem fio e estrutura de tecnologia da informação.

Autores	Temáticas abordadas
Nguyen <i>et al.</i> (2022)	Robótica, sistemas robóticos, inteligência artificial, assistente virtual, telepresença, robô guia e robô <i>delivery</i> .
Omirezak <i>et al.</i> (2022)	Aprendizagem móvel, sala de aula inteligente, inteligência artificial, realidade virtual, realidade aumentada e ensino personalizado.
Qi; Huang (2022)	Sala de aula inteligente, ensino inteligente, ensino de chinês, ambiente inteligente, <i>big data</i> , computação em nuvem, inteligência artificial, simulação virtual e métodos ativos de ensino.
Xu <i>et al.</i> (2022)	Educação inteligente, educação tradicional, benefícios e vantagens do <i>campus</i> inteligente e resolução de conflitos.
Zhang <i>et al.</i> (2022b)	Abordagem centrada no ser humano, aplicações para <i>campus</i> inteligente e tecnologias inteligentes.
Zhou; Tang (2022)	Educação física, ensino inteligente, ensino centrado no aluno e sala de aula inteligente.
Dake; Bada; Dadzie (2023)	IoT, benefícios da IoT na educação e desafios de integração da IoT.
George; Wooden (2023)	Inteligência artificial, benefícios da inteligência artificial, papéis e as responsabilidades do <i>campus</i> inteligente e desafios e oportunidades da integração da IA no processo de ensino-aprendizagem.
Yu; Enzheng (2023)	Agendamento de tarefas, educação a distância e tecnologia 5G.

Fonte: Autor (2026)

2.5. Desafios atuais

O projeto e a implementação de um *campus* inteligente é um processo de busca constante, podendo representar um impacto positivo em qualquer instituição educacional (Yang *et al.*, 2018; Ahmed; Alnaaj; Saboor, 2020; Kwet; Prinsloo, 2020). No entanto, este é um desafio significativo e, como resultado, tais projetos podem falhar (Ahuja; Khosla, 2019).

Ferreira e Araújo (2018) destacam que, a elaboração de um planejamento para *campi* inteligentes é um desafio complexo, dada a natureza aberta e colaborativa dessas instituições. Defendem que tal planejamento requer a consideração de diversos aspectos relacionados às partes interessadas, incluindo: a compreensão do contexto institucional, os interesses e necessidades; a avaliação do impacto das iniciativas do *campus*; o estabelecimento de critérios para equilibrar os interesses do *campus* com a promoção de relações benéficas para todos; e a definição de iniciativas que promovam o desenvolvimento de um ecossistema centrado na entrega de valor para todas as partes interessadas.

Para Pérez, Martinez e Fonseca (2021) coordenar um projeto de um *campus* inteligente requer a divisão do todo em projetos menores, administráveis por equipes diferentes e aplicando diversas tecnologias ao longo de vários anos financeiros. Assim, segundo Chagnon-Lessard *et al.* (2021), na literatura é possível encontrar muitos desafios referentes ao desenvolvimento dos *campi* inteligentes, indicando uma clara necessidade de continuar a melhorar a compreensão das possibilidades, limites e oportunidades oferecidas

por este conceito.

Para Omotayo *et al.* (2021b), um desafio significativo no desenvolvimento de *campi* inteligentes é a falta de pesquisa que estabeleça uma estrutura abrangente e identifique todos os elementos de infraestrutura necessários para tal desenvolvimento. Nesse sentido, é importante compreender como construir e implantar sistemas massivamente interconectados de modo que sejam eficazes e confiáveis (Anagnostopoulos *et al.*, 2021).

Chagnon-Lessard *et al.* (2021) entendem que os desafios para os *campi* inteligentes estão relacionados a: maiores esclarecimentos das relações entre inteligência e sustentabilidade dos *campi*; necessidade de avanços para o entendimento de como os *campi* inteligentes podem contribuir para a transição energética; mais reflexões sobre as questões éticas e de privacidade; poucas informações disponíveis na literatura sobre as características que fazem com que um projeto de *campus* inteligente seja aceito, adaptado e bem-sucedido dentro de suas comunidades universitárias; necessidade de encontrar um ponto de equilíbrio entre o avanço do *campus* inteligente e os resultados do processo de ensino-aprendizagem, visando vantagens em relação aos métodos "tradicionais" de ensino; e busca por mais exemplos e estudos de caso para demonstrar a viabilidade e os reais benefícios das políticas de dados abertos e estratégias participativas.

De acordo com Min-Allah e Alrashed (2020), os gestores dos *campi* inteligentes devem ter atenção para os seguintes desafios: o respeito à privacidade dos usuários; o custo de implantação das iniciativas inteligentes deve ser factível; a necessidade de incorporação de soluções baseadas em IA para lidar de forma eficaz com o volume de dados gerados; e a incompatibilidade entre as diversas soluções tecnológicas, uma vez que os dispositivos e os protocolos de comunicação podem não ser compatíveis.

Para Dake, Bada e Dadzie (2023), os desafios estão relacionados ao custo dos dispositivos de IoT a serem implementados no *campus*; à incompatibilidade dos diversos dispositivos; à necessidade de escalabilidade e confiabilidade do projeto; à segurança e privacidade dos dados dos usuários; à demanda por uma rede de comunicação robusta entre as instituições de ensino; à velocidade de conexão com a *internet*; à ampla cobertura da rede sem fio; à vida útil das baterias dos dispositivos inteligentes; às questões éticas; e às políticas e prioridades institucionais.

Ahme, Alnaaj e Saboor (2020) listam como desafios para os *campi* inteligentes a resistência à mudança nos métodos de ensino-aprendizagem; os elevados custos de investimento; os acordos de privacidade para a coleta de dados dos usuários; e a necessidade de um sistema de contingência para garantir a redundância e a continuidade dos serviços em

caso de inatividade dos dispositivos tecnológicos.

Kwet e Prinsloo (2020) mencionam a preocupação do desperdício de recursos financeiros pelas IES que buscam a transição para um *campus* inteligente, uma vez que as salas de aula inteligentes, por exemplo, podem fazer pouco ou quase nada para beneficiar o sistema educacional.

Diante de desafios tão complexos, Min-Allah e Alrashed (2020) defendem a necessidade de uma organização global para estabelecer os padrões de implantação e unificar os esforços, a fim de alavancar o desenvolvimento dos *campi* inteligentes em todo mundo. No Quadro 5 é apresentado o resumo dos principais desafios encontrados na literatura pesquisada.

Quadro 5 — Principais desafios para o desenvolvimento dos *campi* inteligentes

Desafios	Detalhamento
Integração de tecnologia	Implementar e integrar uma variedade de tecnologias, como sensores de IoT, sistemas de gerenciamento de energia, sistemas de segurança e redes de comunicação, pode ser complexo. Garantir que esses sistemas funcionem em conjunto de maneira eficaz é importante para o sucesso do <i>campus</i> inteligente.
Privacidade e segurança de dados	Lidar com a vasta quantidade de dados em um <i>campus</i> inteligente pode levantar questões sobre privacidade e segurança. É necessário implementar medidas sólidas de segurança cibernética e garantir a conformidade com as regulamentações de privacidade de dados.
Custos de implementação e manutenção	O desenvolvimento e a manutenção de um <i>campus</i> inteligente podem ser caros, especialmente no início. Garantir que os benefícios justifiquem os custos iniciais e contínuos é importante para obter o apoio das partes interessadas.
Engajamento da comunidade	Envolver e educar a comunidade do <i>campus</i> sobre os benefícios e objetivos de um <i>campus</i> inteligente é importante para obter apoio e colaboração. A resistência à mudança e a falta de compreensão sobre os benefícios podem ser obstáculos significativos.
Sustentabilidade	Embora os <i>campi</i> inteligentes possam oferecer oportunidades para melhorar a eficiência energética e reduzir o consumo de recursos, garantir que o desenvolvimento e operação do <i>campus</i> sejam ambientalmente sustentáveis é um desafio a ser trabalhado. Por exemplo: a expansão do <i>campus</i> pode afetar ecossistemas locais e áreas verdes, a promoção de meios de transporte sustentáveis, o descarte adequado de equipamentos obsoletos e resíduos eletrônicos, dentre outros.
Escalabilidade	Projetar um <i>campus</i> inteligente para ser escalável e capaz de lidar com o crescimento futuro da população e das necessidades é um fator crítico para o sucesso do projeto. Isso envolve planejamento cuidadoso e flexibilidade na infraestrutura e nos sistemas implementados.
Participação das partes interessadas (<i>stakeholders</i>)	Assegurar que todas as partes interessadas, incluindo alunos, professores, funcionários, comunidade, empresas locais e autoridades municipais, tenham voz no processo de desenvolvimento do <i>campus</i> inteligente e possam contribuir com suas perspectivas e necessidades.
Plano de contingência	Um plano de contingência permite que a instituição esteja preparada para lidar com situações adversas, como falhas de equipamentos, interrupções no fornecimento de energia, desastres naturais ou ataques cibernéticos. Ao identificar potenciais pontos de falha e implementar medidas preventivas e de resposta, um <i>campus</i> inteligente pode mitigar os efeitos negativos dessas situações e garantir a continuidade dos serviços.

Fonte: Autor (2026)

2.6. Métricas adotadas

Apesar da existência de diversos exemplos, projetos e tecnologias, pouco tem sido relatado na literatura a fim de definir um conjunto de critérios e/ou indicadores que orientem o desenvolvimento de um *campus* inteligente (Ahmed; Alnaaj; Saboor, 2020). Conforme Pompei *et al.* (2018), observa-se uma clara falta de uma abordagem global para esse tema, uma vez que as poucas pesquisas existentes estabelecem indicadores voltados a áreas específicas dos *campi*, como as dimensões energética e ambiental, mas ignoram outros aspectos relevantes, como as questões sociais, econômicas e, sobretudo, aquelas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Francisco (2021), o emprego de indicadores universitários é fundamental como ferramenta de gestão, uma vez que auxiliam na orientação de decisões estratégicas relacionadas à administração do *campus* e contribuem para o contínuo aprimoramento institucional.

Chen, Wang e Yang (2009) argumentam que os indicadores de desempenho são essenciais para impulsionar a excelência do ensino universitário, fornecendo informações valiosas aos responsáveis pelas decisões acadêmicas, ao mesmo tempo em que permitem a identificação de suas necessidades específicas. Nesse sentido, são apresentados a seguir alguns trabalhos com indicadores para avaliação de *campi* inteligentes identificados na literatura pesquisada.

Pompei *et al.* (2018) definiram um conjunto de 37 indicadores, classificando-os em três grandes áreas: vivência no *campus*, ambiental e energética. A primeira abrange as dimensões de serviços, contexto do *campus*, estudantes e academia. A segunda, as dimensões de resíduos, água, qualidade do ar e paisagismo. Já a terceira contempla as dimensões de produção e distribuição, além do consumo. Os autores atribuíram pesos para cada indicador e realizaram um estudo de caso na Faculdade de Engenharia Civil e Industrial da Universidade *La Sapienza* de Roma.

Embora tenham sido exibidos os resultados do estudo de caso, o método de cálculo e as unidades de cada indicador não foram fornecidas pelos autores, dificultando assim a replicação do trabalho. Também não está definido nenhum valor ou meta, por exemplo, que diferencie um *campus* inteligente de um tradicional. Ainda, alguns indicadores são bastante específicos para a realidade estudada, como os relacionados ao Programa de Ação Regional Europeia para a Mobilidade de Estudantes Universitários (Erasmus) e ao Programa de Inovação e Transparência dos Contratos Públicos e Compatibilidade Ambiental (ITACA).

Em relação à base de cálculo, alguns indicadores utilizam períodos bastante distintos, como é o caso de um dos indicadores de pesquisa, em que os dados se referem ao triênio 2008–2009–2010, e de um dos indicadores de graduação, em que os dados correspondem ao ano de 2015. Por fim, o processo de ensino-aprendizagem não está contemplado diretamente na proposta dos autores. Todas as áreas e os indicadores do trabalho de Pompei *et al.* (2018) são apresentados no Quadro 6 do Anexo I.

Alrashed (2020) realizaram uma revisão da literatura sobre sistemas de avaliação de cidades inteligentes, micro redes de computadores e *campi* inteligentes para extrair e desenvolver uma lista com 74 indicadores mensuráveis para *campi* inteligentes. Os indicadores abrangem 15 áreas distintas: micro redes inteligentes, edifícios inteligentes, transporte inteligente, governança inteligente, crescimento econômico, modelo de propagação, gestão de poluição e resíduos, resiliência climática, gestão de recursos hídricos, sustentabilidade financeira, liderança empreendedora, ensino e aprendizagem, mecanismos de segurança e privacidade, prestação de cuidados de saúde e participação pública. Dessas áreas, “micro redes inteligentes” é a que apresenta maior quantidade de indicadores, 13 dos 74.

Apesar de o trabalho trazer uma lista com os indicadores, suas unidades de medida e contemplar um universo bem maior de áreas que o conjunto proposto por Pompei *et al.* (2018), os métodos de cálculo também não são apresentados. Isso pode gerar interpretações diferentes para um mesmo indicador e dificuldades para replicar o trabalho.

Os autores optaram por não atribuir pesos para os indicadores. Dessa forma, todos têm a mesma importância, independente da realidade distinta dos *campi* universitários avaliados. Assim como no trabalho de Pompei *et al.* (2018), não está definido nenhum valor ou meta para diferenciar um *campus* inteligente de um tradicional.

Na literatura pesquisada também não foi identificado o uso do conjunto de indicadores em um estudo de caso real. Por fim, o processo de ensino-aprendizagem é abordado através de cinco indicadores, sendo três desses obtidos por avaliação da percepção dos usuários do *campus*. No Quadro 7, do Anexo I, estão listadas todas as áreas, indicadores e unidades de medida do estudo realizado por Alrashed (2020).

Francisco (2021) propôs 91 indicadores para avaliação de *campi* inteligentes, com ênfase na sustentabilidade ambiental e na aderência aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os indicadores foram distribuídos em 9 áreas: infraestrutura e paisagem; energia e mudanças climáticas; resíduos; água; transporte; educação; segurança; social e cultural; e biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

A autora desenvolveu o conjunto de indicadores e suas áreas utilizando como base o

UI GreenMetric Ranking (UI Greenmetric, 2020), três Normas Brasileiras Regulamentares (NBR) elaboradas pela ISO e distribuídas no Brasil pela Associação Brasileira de Norma Técnicas (ABNT), a ABNT NBR ISO 37120 (ABNT, 2021a), a ABNT NBR ISO 37122 (ABNT, 2020a) e a ABNT NBR ISO 37123 (ABNT, 2021b), o *United for Smart Sustainable Cities* (U4SSC, 2017), o *Environmental Performance Index* (EPI) (Wendling *et al.*, 2020) e os indicadores propostos por Alrashed (2020).

Em todas as áreas, a questão da sustentabilidade está fortemente associada aos indicadores. Por exemplo, na área da educação há 11 indicadores, dos quais 8 estão mais ligados à sustentabilidade, enquanto apenas 2 relacionam-se de fato ao processo de ensino-aprendizagem.

O trabalho apresenta um sistema de classificação para *campi* sustentáveis e inteligentes que considera cinco níveis e depende da quantidade de pontos obtida pela instituição ao longo da avaliação. Assim, a instituição avaliada pode ser classificada em: insustentável; sustentável e inteligente na fase inicial de implantação; parcialmente sustentável e inteligente; sustentável e inteligente na fase avançada de implantação; e completamente sustentável e inteligente.

Além disso, é apresentado um formulário, contendo informações relevantes e unidades de medida para o cálculo de cada indicador. Porém, apesar de mencionar que o conjunto de indicadores foi aplicado em um centro universitário particular localizado no interior do Estado de São Paulo, no Brasil, os resultados específicos de cada indicador não são apresentados. A autora informa somente a classificação final obtida pelo centro universitário. O Quadro 8, do Anexo I, traz o conjunto de indicadores proposto por Francisco (2021).

Já a *Global University London* elaborou o “*Digital Institutional Index and Smart Campus (DIISC) Ranking*”. São 72 indicadores, distribuídos em 8 critérios. Cada critério possui um peso que varia entre 40 e 100 pontos. A proposta do DIISC é avaliar universidades e faculdades no mundo inteiro quanto às suas capacidades digitais, práticas tecnológicas inovadoras e desenvolvimento de ambientes de *campi* inteligentes. O *Ranking* DIISC fornece referências de avaliação e permite comparação entre pares para identificação de áreas de melhoria (GU Rankings, 2023).

Uma classificação elevada no DIISC pode sinalizar aos alunos, professores e demais partes interessadas que a instituição está comprometida em aproveitar a tecnologia e criar um ambiente de aprendizagem moderno e inovador. Assim, para as instituições de ensino, o DIISC é útil de várias maneiras: desenvolvimento dos discentes; vantagens competitivas para a instituição frente aos seus concorrentes; atração e retenção de alunos; melhoria da reputação

da instituição; possibilidade de *benchmarking* e autoavaliação; melhoria na alocação de recursos; aprimoramento de parcerias e colaborações; planejamento de longo prazo; sustentabilidade; e engajamento de egressos (GU Rankings, 2023).

Somente o primeiro critério não possui peso, uma vez que traz perguntas direcionadas para apresentação da IES. Nos demais critérios, a avaliação abrange vários aspectos, incluindo métodos de ensino, modelo de aprendizagem, sistemas informatizados, infraestrutura digital e inteligente, instalações de computação, salas de aula inteligentes, serviços digitais, sustentabilidade ambiental, centros e incubadoras de inovação, sistemas inteligentes governança do *campus*, dentre outros. Os critérios utilizados no DIISC, bem como os pesos de cada um, podem ser observados no Quadro 9.

Quadro 9 — Critérios utilizados no *Ranking* DIISC

Critério	Métricas	Peso
1	Perfil institucional	-
2	Integração de aprendizagem <i>online</i> e presencial	50
3	Flexibilidade dos modos de aprendizagem	50
4	Oportunidades de interação presencial	50
5	Suporte para diversos estilos de aprendizagem	40
6	Métodos de avaliação	50
7	Infraestrutura de TICs, aplicações e uso	100
8	Distinção institucional	60

Fonte: Adaptado de GU Ranking (2023)

Anualmente um *ranking* com a avaliação de diversas instituições educacionais ao redor do mundo é divulgado pela *Global University London*. O primeiro foi lançado em 2019. Já o resultado apresentado em 2023 contém mil e quinhentas instituições. A *University of Oxford* ocupa a primeira posição, seguida pela *Harvard University* e pela *University of Cambridge*. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul é a brasileira mais bem colocada, ocupando a posição 650. Nenhuma unidade ou *campus* do Instituto Federal (IF) aparece entre as mil e quinhentas instituições classificadas no *ranking* de 2023.

Apesar de existir um manual explicando todos os critérios adotados no DIISC, não há detalhamento para o método de cálculo dos indicadores. O Quadro 10, do Anexo I, traz o conjunto de indicadores disponíveis no DIISC e, a fim de organizar as principais características dos quatro trabalhos analisados, um comparativo entre eles é apresentado no Quadro 11.

Além dos quatros sistemas de avaliação para *campi* inteligentes apresentados, Min-Allah e Alrashed (2020) observam que, com o rápido avanço das tecnologias inteligentes nas áreas urbanas, cada vez mais universidades estão contemplando a adoção do conceito de

cidade inteligente em seus próprios *campi*. De fato, na literatura inúmeros autores consideram os *campi* universitários como pequenas cidades (Gupta; Kar, 2015; Pagliaro *et al.*, 2016; Abuarqoub *et al.*, 2017; Bates; Friday, 2017; Vasileva *et al.*, 2018; Hadwan; Khan; Abuzanouneh. 2020; Villegas-Ch; Arias-Navarrete; Palacios-Pacheco, 2020; Zhang *et al.*, 2020; Anagnostopoulos *et al.*, 2021). Para Omotayo *et al.* (2021a), os dois conceitos são semelhantes nos desafios enfrentados por seus usuários e, o uso de tecnologias digitais nos *campi*, tornando-os “inteligentes”, ajudará na evolução de cidades mais inteligentes.

Quadro 11 — Comparativo entre os sistemas de avaliação para *campi* inteligentes

Características	Trabalhos			
	Pompei <i>et al.</i> (2018)	Alrashed (2020)	Francisco (2021)	DIISC (2023)
Quantidade de indicadores propostos	37	74	91	72
Quantidade de áreas/seções avaliadas	3	15	9	8
Foco principal do conjunto de indicadores	Vivência no <i>campus</i>	Micro redes computacionais	Ambiental	Tecnologia
Existem indicadores contemplando diretamente o processo de ensino-aprendizagem	Não	Sim	Sim	Sim
As metodologias de cálculo dos indicadores estão disponíveis	Não	Não	Não	Não
Foram atribuídos pesos para os indicadores	Sim	Não	Não	Sim
Foi estabelecida um valor ou meta para definir ou caracterizar um <i>campus</i> inteligente	Não	Não	Sim ¹	Sim ²
O conjunto de indicadores está aplicado completamente através de estudo de caso	Sim	Não	Sim	Sim
Detalhamento dos indicadores	Quadro 6 do Anexo I	Quadro 7 do Anexo I	Quadro 8 do Anexo I	Quadro 10 do Anexo I

Fonte: Autor (2026)

No caso das cidades inteligentes, a ISO lançou em 2019 a norma ISO 37122: *sustainable cities and communities — indicators for smart cities* (ISO, 2019). Essa norma estabelece definições e metodologias para 80 indicadores distribuídos por 19 áreas (ou seções). A estrutura das áreas e dos indicadores estabelecidos na ISO 37122:2019 é apresentada no Quadro 12. Já a lista de indicadores definidos pela norma, assim como a correspondência de cada um deles com as novas DCNs de Engenharia, encontra-se sistematizada no Quadro 26 do Anexo I.

¹ O seguinte critério de classificação foi estabelecido: de 0 até 35 pontos: *campus* insustentável; maior que 35 até 50 pontos: *campus* sustentável e inteligente na fase inicial de implantação; maior que 50 até 70 pontos: *campus* parcialmente sustentável e inteligente; maior que 70 até 95 pontos: *campus* sustentável e inteligente na fase avançada de implantação; e maior que 95 até 100 pontos: *campus* completamente sustentável e inteligente.

² Estabeleceu-se um sistema de classificação com os níveis: platina, diamante e ouro.

Quadro 12 — Estrutura da ISO 37122:2019

Áreas	Principais abordagens dos indicadores	Quant. de indicadores
Economia	Ecossistema empreendedor, empresas de tecnologia da informação e comunicação e o emprego na indústria de tecnologia.	4
Educação	Acesso a plataformas de educação online, habilidades linguísticas e qualificações em tecnologia ou engenharia.	3
Energia	Diversificação energética, medição inteligente, carregamento de veículos elétricos e gestão eficiente da iluminação pública.	10
Meio ambiente e mudanças climáticas	Indicadores ligados à existência de construções certificadas e ao controle da qualidade do ar.	3
Finanças	Economia compartilhada e transações digitais.	2
Governança	Serviços públicos disponíveis remotamente, acessíveis, tempo de resposta, efetividade da infraestrutura de tecnologia e informação.	4
Saúde	Alertas de saúde, teleconsultas e registros eletrônicos de saúde.	3
Habitação	Sistemas inteligentes de medição de água e energia.	2
População e condições sociais	Existência e eficácia de políticas para promover a acessibilidade de pessoas com deficiência e reduzir a divisão digital.	4
Recreação	Agendamento de serviços públicos de lazer remotamente.	1
Segurança	Abrangência da vigilância digital por câmeras.	1
Resíduos sólidos	Reciclagem convencional e de resíduos eletrônicos, bem como serviços de coleta.	6
Esportes e cultura	Disponibilidade de acesso a eventos esportivos e culturais, bem como a livros, tanto digital quanto fisicamente.	4
Telecomunicações	Extensão, qualidade da conexão e acesso público à <i>internet</i> .	3
Transportes	Diversidade de escolhas no transporte, veículos de baixa emissão, monitoramento inteligente e acesso de dados aos usuários.	14
Agricultura urbana/local e segurança alimentar	Investimento em projetos de produção de alimentos, compostagem e sistemas de mapeamento da produção alimentícia.	3
Planejamento urbano	Crescimento urbano, envolvimento no plano diretor e avaliação do processo de aprovação de projetos de construção.	4
Tratamento de esgoto	Indicadores relacionados à extensão do tratamento de esgoto e à geração de energia proveniente dele.	5
Água potável	Monitoramento da qualidade da água e uso eficiente.	4

Fonte: ISO (2019), adaptado de Abreu e Marchiori (2023)

No Brasil, a Associação Brasileira de Norma Técnicas (ABNT) lançou em 2020 a versão da ISO 37122 traduzida para o português: a ABNT NBR ISO 37122: cidades e comunidades sustentáveis - indicadores para cidades inteligentes (ABNT, 2020a). Posteriormente, a própria ABNT elaborou um processo de certificação de indicadores baseado nessa norma visando auxiliar as cidades a atrair investimentos e promover o desenvolvimento econômico.

Segundo a ABNT (2024),

[...] o processo de certificação permite medir o desenvolvimento urbano sustentável, informar os investimentos em infraestrutura com resultados mensuráveis, medir a gestão de desempenho de serviços urbanos e qualidade de vida ao longo do tempo. Além disso, facilita a troca de informações e projetos através do compartilhamento de informação, permitindo comparações por meio de uma vasta gama de medidas de desempenho (ABNT, 2024).

Conforme a quantidade de indicadores certificados, a cidade pode ser classificada em 4 níveis de inteligência: bronze, prata, ouro ou platina. O Quadro 13 apresenta a pontuação para cada um dos níveis. Em março de 2022 a cidade de São José dos Campos, no Estado de São Paulo, obteve o certificado ouro na norma ABNT NBR ISO 37122, sendo assim a primeira e única cidade brasileira a receber este tipo de certificação até o início de 2024.

Quadro 13 — Níveis de certificação da ABNT NBR ISO 37122

Níveis	Indicadores certificados
Bronze	40 a 49
Prata	50 a 59
Ouro	60 a 69
Platina	70 a 80

Fonte: Autor (2026), adaptado de ABNT (2024)

Dada a afinidade entre os *campi* universitários e as cidades, bem como os elementos abordados, a adoção da norma ISO 37122, incluindo sua versão nacional, a ABNT NBR ISO 37122, pode servir como guia para estabelecer indicadores para os *campi* inteligentes.

Na literatura também é possível identificar estudos com propostas de áreas (ou seções) para o desenvolvimento dos *campi* inteligentes. Nesses casos, porém, não foram propostos indicadores. O Quadro 14 traz alguns desses estudos.

Quadro 14 — Áreas para os *campi* inteligentes

Áreas propostas	Fonte
Rede inteligente; Sistemas inteligentes; Gestão de recursos; Serviços; Gestão de pessoas; e Serviços educacionais.	Min-Allah e Alrashed (2020)
Edifícios inteligentes; TICs; Melhoria contínua; e Serviços educacionais.	Omotayo <i>et al.</i> (2021a)
Cartões inteligentes; Sala de aula inteligente; Gerenciamento de energia; Aprendizagem adaptativa; Transporte inteligente; Segurança e proteção; Dados inteligentes (<i>data center</i>); e Edifícios inteligentes.	Ahmed; Abu Alnaaj; Saboor (2020)
Aprendizagem inteligente; Cartões inteligentes; Sensores inteligentes; Energia inteligente; e Sistemas inteligentes.	Mustafa <i>et al.</i> (2021)
Edifícios inteligentes; Ambiente inteligente; Mobilidade inteligente; Vivência inteligente; Pessoas inteligentes; Governança inteligente; e Dados inteligentes (<i>data center</i>).	Chagnon-Lessard <i>et al.</i> (2021)
Tecnologias de computação e armazenamento de dados; Tecnologias IoT; Tecnologias inteligentes; Tecnologias imersivas; Tecnologias móveis; Aprendizado inteligente; Vivência inteligente; Ambiente inteligente; e Gerenciamento inteligente.	Zhang <i>et al.</i> (2022b)
IoT; Computação em nuvem; Análise de dados; e Inteligência artificial.	Villegas-Ch; Arias-Navarrete; Palacios-Pacheco (2020)
Energia; Mobilidade; Social; Meio ambiente; e Educação.	Dalla Gasperina <i>et al.</i> (2022)
Governança; Mobilidade; Meio ambiente; Pessoas; Economia; e Vivência inteligente	Pérez; Martinez; Fonseca (2021)

Áreas propostas	Fonte
Educação; Energia; Indústria e negócios; Meio ambiente; Mobilidade e segurança; Saúde e qualidade de vida; TICs; Urbanização; e Núcleo facilitador.	Pinto; Romano; Tomoto (2016)
Educação; Meio ambiente; Sociedade; Governança; Infraestrutura e mobilidade; Saúde; e Investigação, Desenvolvimento e Inovação.	Galeano-Barrera <i>et al.</i> (2018)
Ensino-aprendizagem; Sustentabilidade ambiental; Energia; Mobilidade; TICs; Segurança; Edifícios inteligentes; Saúde; Social; e Governança.	Schenatz; Cunha; Kugler (2019)
Aprendizagem; Governança; Sustentabilidade ambiental; Saúde; Social; e Gestão	Ng <i>et al.</i> (2010)
Pessoas inteligentes; Edifícios inteligentes; Rede de conhecimento; Governança; e Sustentabilidade ambiental.	Owoc; Marciniak (2013)
Governança; Pessoas inteligentes; Mobilidade; Ambiente inteligente; Vivência inteligente; e Economia.	Fernández-Caramés; Fraga-Lamas (2019)

Fonte: Autor (2026)

Através das informações apresentadas no Quadro 14, é possível identificar pelo menos 32 tipos diferentes de áreas para os *campi* inteligentes. Na Figura 1 são apresentadas as áreas mais recorrentes nos estudos analisados.

Figura 1 – Frequência das áreas para *campi* inteligentes³



Fonte: Autor (2026)

Cabe também mencionar que, mesmo sendo a atividade fim das IES, a área da educação/ensino-aprendizagem não foi a que mais esteve presente nos estudos avaliados, reforçando a ideia de que a tecnologia, de fato, tem forte relação com os *campi* inteligentes.

³ As áreas que não se repetiram nos estudos não estão contempladas na Figura 1. São essas: Rede inteligente; Serviços; Gestão de pessoas; Melhoria contínua; Sala de aula inteligente; Sensores inteligentes; Computação em Nuvem; Inteligência Artificial; Indústria e negócios; Urbanização; Núcleo facilitador; Investigação, Desenvolvimento e Inovação; e Rede de conhecimento.

3. A ENGENHARIA E AS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS (DCNs)

A evolução da Engenharia e do ensino na área está intimamente ligada aos progressos da ciência e da tecnologia. Conforme a tecnologia se torna mais sofisticada, exigindo um maior domínio científico, ela se torna o ponto central de estudo e aplicação na Engenharia (INEP, 2010, pg. 22).

No Brasil, a história da Engenharia está fortemente relacionada à evolução das Diretrizes Nacionais Curriculares (DCNs), que estabelecem um caminho para a formação de profissionais alinhado com as demandas da sociedade e do mercado de trabalho. Ao longo das décadas, essas diretrizes têm passado por revisões para acompanhar as transformações tecnológicas e educacionais.

Em 1976, as primeiras DCNs para os cursos de Engenharia foram estabelecidas. Buscavam padronizar e qualificar a formação dos egressos desses cursos em todo o país. Na época, o foco estava na transmissão de conhecimentos técnicos específicos, com uma ênfase menos pronunciada em aspectos como interdisciplinaridade e sustentabilidade.

No início do século XXI, em 2002, as diretrizes passaram por uma revisão profunda, refletindo as mudanças no cenário educacional e tecnológico. Nessa época, houve um aumento significativo na valorização da interdisciplinaridade, da ética e da responsabilidade social, além de uma maior flexibilização curricular para atender às demandas de um mercado de trabalho em constante transformação.

A última, e mais recente atualização, ocorreu em 2019, quando novas diretrizes foram estabelecidas com o intuito de promover uma formação profissional ainda mais alinhada com as necessidades do século XXI. Essas diretrizes reforçaram a importância da sustentabilidade, da inovação e do empreendedorismo, além de estimularem uma formação por competências.

Ao longo dessas diferentes fases, as DCNs têm desempenhado um papel importante na orientação dos cursos de Engenharia no Brasil, buscando uma formação alinhada às necessidades do mercado e uma relevância social. A evolução dessas diretrizes reflete não apenas os avanços no campo da Engenharia, mas também os esforços contínuos para melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Portanto, a fim de aprofundar o conhecimento relacionado às DCNs de Engenharia e entender sua interação com os *campi* inteligentes, este Capítulo apresenta: um panorama da formação em Engenharia no Brasil; a evolução histórica das DCNs; as principais características de cada versão; os desafios associados à implementação das novas diretrizes; e, por fim, as relações entre as novas DCNs e os *campi* inteligentes.

3.1. Panorama dos cursos de Engenharia no Brasil

Conforme o relatório “Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia”, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2010, p. 54), ao longo das últimas décadas houve um progresso significativo nos cursos de Engenharia no Brasil. Na década de 1950, foram criados em média três cursos por ano, totalizando cerca de 90 até o final do governo de Juscelino Kubitschek, em 1960. Já no final da década de 1970, o número de cursos ativos ultrapassava 360, com uma média de 17 novos cursos criados anualmente.

O ritmo de crescimento dos cursos foi ainda mais impulsionado com a aprovação, em 1996, da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Com a implementação da nova LDB, a média anual de criação de novos cursos de Engenharia aumentou consideravelmente. Passou-se de cerca de 12 novos cursos por ano, no período de 1989 a 1996, para aproximadamente 80 novos cursos por ano entre 1997 e 2005. A partir de 2005, essa média saltou para mais de 100 novos cursos de Engenharia criados anualmente (INEP, 2010, p. 55).

Mais recentemente houve também um avanço expressivo na quantidade de cursos com Ensino a distância (EaD). Assim, observando-se os microdados do Censo da Educação Superior (INEP, 2022), é possível perceber o aumento do número de cursos de Engenharia no país, bem como a quantidade total de vagas ofertadas. Entre os anos de 2014 e 2022, por exemplo, a quantidade de vagas oferecidas mais que dobrou. Isso deve-se principalmente à expansão do EaD, conforme apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 — Quantidade de cursos de Engenharia e vagas oferecidas

Índices	2014	2016	2018	2020	2022
Número de cursos	3.552	4.279	4.999	5.456	5.630
Quantidade total de vagas oferecidas	714.739	1.270.808	1.330.259	1.623.396	1.621.102
Presenciais no turno diurno	250.939	336.628	358.489	338.674	315.969
Presenciais no turno noturno	413.116	542.637	560.904	544.960	457.587
Ensino a distância (EaD)	50.684	391.543	410.866	739.762	847.546

Fonte: Autor (2026), com base em dados do INEP (2022)

Segundo Liguette e Pieracciani (2023, p. 32), em relação às especialidades de formação na Engenharia, a predominante é a de engenheiro civil, seguida por engenheiro agrônomo, eletricista e mecânico. Essas quatro áreas representam 71,3% do número total de registros. O Quadro 16 apresenta a quantidade de engenheiros(as) registrados(as) no Sistema

do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), no ano de 2019, para as dez principais habilitações.

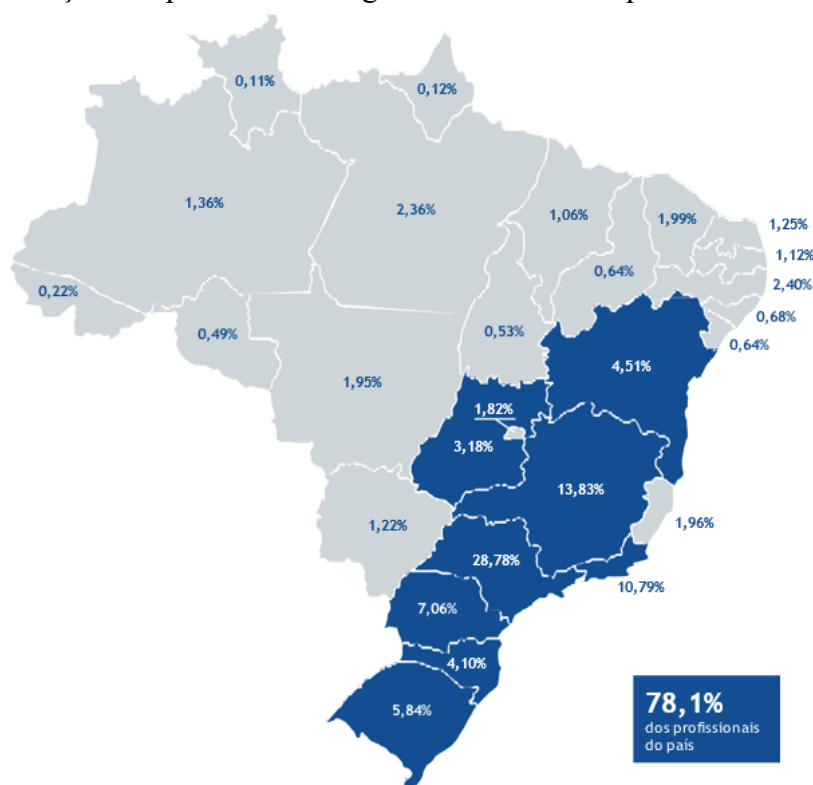
Quadro 16 — Quantidade de engenheiros(as) registrados(as) no Sistema Confea

Título	Frequência	Porcentagem
Engenheiro(a) Civil	444.414	37,16%
Engenheiro(a) Agrônomo(a)	144.578	12,09%
Engenheiro(a) Eletricista	137.303	11,48%
Engenheiro(a) Mecânico(a)	126.684	10,59%
Engenheiro(a) de Produção	53.541	4,48%
Engenheiro(a) Ambiental	35.132	2,94%
Engenheiro(a) Químico(a)	26.928	2,25%
Engenheiro(a) de Controle de Automação	24.671	2,06%
Engenheiro(a) Florestal	19.518	1,63%
Engenheiro(a) de Produção Mecânica	15.175	1,27%
Outros(as)	155.110	14,05%
Total de engenheiros(as) habilitados(as)	1.183.054	100%

Fonte: Liguette e Pieracciani (2023), com base em dados do Sistema Confea (2019)

Ainda, segundo os mesmos autores, 78,1% dos profissionais qualificados do país estão concentrados em apenas oito Estados: São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia, Santa Catarina e Goiás. A Figura 2 apresenta a distribuição percentual em cada Estado brasileiro.

Figura 2 – Distribuição dos profissionais registrados no Confea por Estados brasileiros



Fonte: Liguette e Pieracciani (2023), com base em dados do Sistema Confea (2019)

A partir dos microdados fornecidos pelo Censo da Educação Superior (INEP, 2022), é possível identificar alguns obstáculos no que diz respeito à expansão da graduação em Engenharias. Primeiro, apesar dos avanços na quantidade de cursos e vagas ofertadas, o total de inscritos para os cursos de Engenharia vem caindo progressivamente nas últimas décadas. Em 2022, por exemplo, a quantidade de inscritos foi próxima da metade da observada em 2014. Uma redução de quase 48%.

O baixo percentual de ocupação das vagas disponíveis também é um outro aspecto preocupante. Em 2022, somente 18% das vagas ofertadas foram ocupadas. Resultado bem inferior à taxa de ocupação em 2014, que foi de 53%. Da mesma forma, a quantidade de matrículas ativas nas IES de todo o país, que em 2014 era próxima de um milhão, em 2022 não chegou a 800 mil, uma redução de aproximadamente 18% em apenas 8 anos.

De acordo com Oliveira (2019, p. 4), estes são desafios que atingem a grande maioria dos cursos superiores e expõem a ausência de planejamento ou a construção de agendas institucionais formativas, em que a estrutura curricular deveria ser o maior diferencial das IES. No Quadro 17 é possível observar a evolução de inscritos, ocupação de vagas e matrículas ativas no período de 2014 a 2022 para os cursos de Engenharia.

Quadro 17 — Quantidade de inscritos, ocupação de vagas e matrículas ativas

Índices	2014	2016	2018	2020	2022
Quantidade total de inscritos	2.170.244	1.923.050	1.731.159	1.395.856	1.129.485
Inscritos no turno diurno	1.392.207	1.103.585	772.642	600.967	460.812
Inscritos no turno noturno	724.714	651.756	614.734	462.717	297.711
Inscritos no curso a distância	53.323	167.709	343.783	332.172	370.962
Quantidade de ingressantes	380.564	313.886	284.849	255.356	296.876
Percentual de ocupação de vagas	53%	25%	21%	16%	18%
Quantidade de matrículas	967.289	1.042.527	985.870	828.627	789.301

Fonte: Autor (2026), com base em dados do INEP (2022)

Historicamente, os cursos de Engenharia também vêm enfrentando uma taxa significativa de desistência, configurando-se como um desafio substancial na formação de profissionais nesta área. Segundo dados dos Indicadores de Fluxo da Educação Superior (INEP, 2019), 68,74% dos alunos desistiram do ensino superior de Engenharia entre 2012 e 2019. Para Oliveira (2019, p. 4), a alta taxa de evasão nesses cursos tem relação com

[...] o despreparo original dos estudantes e a ausência de políticas adequadas de acolhimento ou nivelamento pelas instituições, bem como pela organização curricular, muitas vezes não atraente, que, entre outros desestímulos, não aproxima os estudantes dos ambientes profissionais nem estabelece diálogos ativos com o emprego (Oliveira, 2019, p. 4).

Ainda, de acordo com Oliveira (2019, p. 4), os currículos não se alinham nem com uma abordagem de aprendizado eficaz, nem com os desafios enfrentados pelo curso em termos de requisitos de emprego, modernização, inovação e inclusão social. Para Silveira (2005), muitos dos cursos de Engenharia atuais ainda se apoiam em modelos do passado, com bases estabelecidas em estruturas curriculares desenvolvidos na última metade do século XX, influenciados pelas abordagens francesa, alemã e anglo-saxônica. No entanto, o cenário global em constante mudança e a dinâmica de transformações intensas exigem uma adaptação na maneira de pensar e de preparar profissionais de Engenharia (CNI, 2021, p. 86).

Segundo Liguette e Pieracciani (2023, p. 66), o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), uma avaliação anual do Ensino Superior conduzida pelo Ministério da Educação, destaca a dificuldade das IES brasileiras em capacitar engenheiros para resolver problemas reais e impulsionar inovações na sociedade. Entre os 3.748 cursos de Engenharia avaliados pelo Enade em 2019, apenas 6% foram classificados como de "Alto Desempenho", enquanto 51,5% demonstraram um "Médio Desempenho", 39,2% foram considerados de "Baixo Desempenho" e 3,3% não obtiveram classificação (SC), conforme ilustrado na Figura 3. Este resultado evidencia que ainda existe uma ampla margem para aprimorar a qualidade do ensino de Engenharia no Brasil.

Figura 3 — Desempenho dos cursos de Engenharia através do Enade

SC	1	2	3	4	5
3,3%	5,5%	33,7%	33,4%	18,1%	6,0%
Sem avaliação (2 ou menos alunos)	39,2%		51,5%		6,0%
	Baixo Desempenho		Médio Desempenho		Alto Desempenho

Fonte: Liguette e Pieracciani (2023), com base no Censo de Educação Superior – Enade (2019)

Conforme o Documento de Apoio à Implantação das DCNs dos cursos de Graduação em Engenharia (CNI, 2020a, p. 9-10), visto que a educação é um elemento chave e impulsionador de transformações, as soluções neste domínio requerem esforços conjuntos entre governo, setor privado, instituições educacionais e sociedade civil. Assim, Oliveira (2019, p. 5) destaca que

[...] a necessidade de uma formação convergente com as expectativas da indústria 4.0, com as transformações digitais e as novas formas de organização da indústria, fez com que, pela primeira vez, um grupo de atores não educacionais participasse ativamente do processo de construção de diretrizes curriculares. O Movimento Empresarial pela Inovação (MEI) representou esse grupo de atores industriais, organizado em ativo grupo de trabalho que interagiu cotidianamente com o Conselho Nacional de Educação (CNE) e com outros atores educacionais. A presença da liderança da indústria brasileira foi determinante no processo de construção das competências e da flexibilização nas formas de aprendizado (Oliveira, 2019, p. 5).

Neste sentido, o texto aprovado das novas DCNs busca não apenas promover alterações superficiais, mas sim fomentar uma profunda transformação nos modelos educacionais dos cursos de Engenharia no país, visando a adequação do processo de ensino-aprendizagem com o avanço da sociedade (CNI, 2020a, p. 10). Para Oliveira (2019, p. 2), a “atualização das DCNs já era esperada pelas IES e pelas lideranças industriais comprometidas com os processos de inovação e com a necessidade de atualizar a formação em Engenharia no país, visando preencher as demandas futuras por mais e melhores engenheiros”.

3.2. Processo evolutivo das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia

No Brasil, os primeiros cursos e escolas de Engenharia surgiram em 1792, período em que não havia uma regulação ou orientação unificada e nacional. De acordo com Oliveira (2019), somente em 1930, durante a chamada "Era Vargas", foi estabelecido o Ministério da Educação e Saúde Pública com o objetivo de organizar a educação no país. Três anos após, em 1933, os cursos de Engenharia e a profissão de engenheiro passaram a ser regularizados com a publicação do Decreto n.º 23.569, de 11 de dezembro de 1933.

O Decreto n.º 23.569/1933 (Brasil, 1933) regulou o exercício de engenheiros, arquitetos e agrimensores no Brasil, buscando garantir a qualidade, segurança e regularidade das práticas dessas profissões. Abordava diversos aspectos relacionados às profissões contempladas, incluindo:

- a) Formação acadêmica, uma vez que para exercer essas profissões, era necessário possuir um diploma de graduação específico, reconhecido pelas instituições de ensino superior.
- b) Foi instituída a obrigatoriedade de registro profissional nos órgãos competentes da época (Ministério da Educação e Saúde Pública ou Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura, dependendo do tipo de documento a ser registrado) para

o exercício dessas profissões. O registro era necessário para garantir a fiscalização e a regulamentação do exercício profissional.

- c) O decreto previa a fiscalização do exercício das profissões pelo Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura e pelos Conselhos Regionais.
- d) O documento apresentava atribuições e competências específicas de cada profissão, ou seja, as atividades que poderiam ser realizadas pelos profissionais.
- e) Também eram previstas as infrações e penalidades aplicáveis em caso de descumprimento das normas e regulamentos por parte dos profissionais.

Apesar de o Decreto n.º 23.569/1933 não tratar de questões relativas ao ensino de Engenharia, pode-se dizer que o mesmo foi um marco na história da regulamentação das profissões de engenheiros, arquitetos e agrimensores no país, tendo um impacto significativo no desenvolvimento e na organização dessas áreas.

Um outro momento importante na estruturação dos cursos de Engenharia ocorreu com a implementação da Lei n.º 4.024, de 20 de dezembro de 1961 (Brasil, 1961), que fixou as Diretrizes e Bases da Educação Nacional e possibilitou que, em 1976, os cursos de Engenharia fossem oficialmente estabelecidos no Brasil, juntamente com a criação das primeiras diretrizes voltadas para essa formação específica, conforme apontado por Oliveira (2019).

Assim, em 27 de abril de 1976, o extinto Conselho Federal de Educação (CFE)⁴ emitiu a Resolução CFE n.º 48 que estabeleceu o currículo mínimo para os cursos de graduação em Engenharia no país, além de definir as suas áreas de habilitação, sendo essas: elétrica, civil, química, mecânica, metalúrgica e minas (Brasil, 1976). Para muitos, essa resolução limitava o currículo dos cursos ao estabelecer o mínimo necessário tanto para o currículo básico quanto para o profissionalizante, enquanto outros enxergavam nela uma considerável flexibilidade, já que permitia que as IES definissem os conteúdos específicos (INEP, 2010, p. 54).

Através da Resolução CFE n.º 48/1976 foram definidos os princípios para a estruturação dos cursos de Engenharia, abordando aspectos como as disciplinas obrigatórias, a duração mínima do curso e as áreas de conhecimento que deveriam ser contempladas, sem, todavia, tratar da questão das competências, que envolvem também habilidades e atitudes (CNI, 2020b, p. 12).

É importante ressaltar que, conforme destaca Rodrigues (2022, p. 26), nesta época as diretrizes estabelecidas eram extremamente impositivas, com ênfase no ensino tradicional e

⁴ Em outubro de 1994 a Medida Provisória n.º 661 dissolveu o Conselho Federal de Educação e criou em seu lugar um novo órgão com a denominação de Conselho Nacional de Educação (CNE) (Brasil, 1994).

transmissivo, não abordavam projetos integradores e nem metodologias de ensino-aprendizagem ou avaliação, apresentavam uma grade curricular rígida com foco em um modelo conteudista e que deveria ser seguida por todas as instituições que ofereciam esses cursos. Também não era exigido um Projeto Pedagógico de Curso (PPC) para os cursos de Engenharia. Quanto à prática na formação do engenheiro, havia apenas uma indicação de estágio supervisionado com carga horária mínima de 30 horas.

Essa abordagem limitada refletia uma visão mais tradicional e restrita do processo de ensino-aprendizagem, sem considerar aspectos pedagógicos mais abrangentes. Cordeiro *et al.* (2008, p. 73) ainda complementam que, na busca por atender à qualidade da formação e os padrões estabelecidos pela Resolução, as IES aumentaram a carga horária dos seus currículos para além do limite estabelecido, o que continuou a afetar muitos cursos de graduação mesmo após a revogação da Resolução.

A Resolução CFE n.º 48/1976 foi durante décadas a referência para os projetos pedagógicos das IES no Brasil (CNI, 2020b, p. 12). Porém, a estrutura curricular inflexível e restritiva, presente na Resolução, não favorecia a inovação pedagógica nem a formação integral do engenheiro. Com o passar do tempo, foi necessária uma revisão dessa Resolução para contemplar uma abordagem mais abrangente, integradora e voltada para o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias aos profissionais da Engenharia.

Assim, conforme Cassemiro e Henrique (2020), o processo de implantação das Diretrizes Curriculares para os cursos de Engenharia teve início a partir da edição das Leis n.º 9.131/1995 (Brasil, 1995) e 9.394/1996 (Brasil, 1996), sendo a primeira a responsável pela criação do Conselho Nacional de Educação (CNE) e a segunda, pelo estabelecimento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Em dezembro de 1997, o recém-criado CNE, emitiu um parecer que tratava das diretrizes curriculares para os cursos superiores, o Parecer n.º 776/1997 (Brasil, 1997a). Em seguida, no mesmo mês, o MEC publicou o Edital n.º 04, de 10 de dezembro de 1997 (Brasil, 1997b), que convocava as IES a apresentarem propostas de elaboração para as novas diretrizes curriculares.

O lançamento do Edital n.º 04 pelo MEC incentivou as IES a desenvolverem suas visões e propostas para a estruturação dos currículos dos cursos de Engenharia, levando em consideração as necessidades e especificidades de cada área de conhecimento. O objetivo era promover uma maior flexibilidade e diversidade curricular, possibilitando a criação de cursos que atendessem às demandas do mercado de trabalho e às exigências da sociedade da época (Brasil, 1997b). O resultado concreto foi a obtenção de diversas propostas das IES, que foram avaliadas e consideradas na elaboração das diretrizes curriculares lançadas no ano de 2002.

As DCNs de 2002 para os cursos de Engenharia foram estabelecidas pela Resolução CNE/CES n.º 11, de 11 de março de 2002 (Brasil, 2002b), emitida pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e pelo Conselho de Educação Superior (CES), sendo fundamentadas no Parecer CNE/CES n.º 1.362/2001, aprovado em 12 de dezembro de 2001, que, dentre outros pontos, afirma:

Nesta proposta de Diretrizes Curriculares, o antigo conceito de currículo, entendido como grade curricular que formaliza a estrutura de um curso de graduação, é substituído por um conceito bem mais amplo, que pode ser traduzido pelo conjunto de experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado (Brasil, 2002a, n.p.).

Neste sentido, Oliveira (2019, p. 27) menciona que, enquanto a Resolução CFE n.º 48/1976 tinha como cerne a grade curricular com matérias predefinidas, a Resolução CNE/CES n.º 11/2002 previa a existência de um projeto pedagógico, decretando o fim do currículo mínimo para os cursos de Engenharia. Além disso, de acordo com Silva e Figueirêdo (2019), diante das mudanças no cenário profissional e suas repercussões no ensino superior, as DCNs de 2002 introduziram uma maior flexibilidade ao currículo e, conseqüentemente, ao perfil dos graduados em Engenharia, visto que,

[...] dos engenheiros do século XXI exige-se muito menos domínio do conteúdo de suas áreas de atuação e muito mais capacidade de: resolver problemas, tomar decisões, trabalhar em equipe e se comunicar. Isso é o que se entende por uma abordagem baseada na competência, formando na graduação profissionais capazes de enfrentar os desafios que o cenário atual a eles se impõe e que, portanto, tem na sua natureza intrínseca de profissionais competentes as características de serem: flexíveis, adaptáveis, criativos e críticos (Cordeiro; Queirós; Borges, 2010, p. 126).

Segundo a própria Resolução CNE/CES n.º 11/2002, em seu Art. 2º, as DCNs

[...] definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior (Brasil, 2002b, n.p.).

Assim, o objetivo principal das DCNs de 2002 era promover a atualização e aprimoramento dos currículos dos cursos de Engenharia no Brasil, visando à formação de profissionais competentes e alinhados com as demandas da área à época. Contemplavam aspectos relacionados à formação integral, competências profissionais, metodologias de

ensino-aprendizagem e avaliação, bem como a integração entre teoria e prática, trazendo mudanças significativas em relação à Resolução CFE n.º 48/1976. Dentre os principais pontos abordados, destacam-se:

- a) A exigência da elaboração e implementação de um Projeto Pedagógico de Curso (PPC). De acordo com o Relatório Síntese, da Comissão Nacional para Implantação das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (CN-DCNs), “o PPC é o instrumento legal que estabelece as atividades definidoras do perfil do egresso de cada instituição, norteando o desenvolvimento do curso” (CNI, 2020b, p. 13).
- b) Estabeleceu-se que o itinerário formativo do engenheiro deveria contemplar uma formação básica abrangendo, por exemplo, conhecimentos nas áreas de ciências exatas, humanidades, administração, ciências sociais e economia. Um núcleo profissionalizante composto por um conjunto de 53 tópicos voltados a diversas áreas da Engenharia e que deveriam ser definidos por cada IES. E, por fim, um núcleo de conteúdos específicos constituído por conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários ao desenvolvimento das competências e habilidades dos egressos, sendo propostos exclusivamente pelas IES.
- c) Destacou-se a importância do desenvolvimento de competências e habilidades nos estudantes de Engenharia tomando-se como ponto de partida um perfil de engenheiro com formação generalista, com visão crítica e reflexiva, humanista, capacitado a absorver, desenvolver e implementar novas tecnologias, com habilidade para identificar e resolver problemas, visão ética e conhecimento em questões políticas, econômicas, sociais, ambientais e culturais.
- d) Estabeleceu-se a necessidade de um estágio supervisionado com carga horária mínima de 160 (cento e sessenta) horas e objetivo de proporcionar aos estudantes a vivência prática da profissão, permitindo a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, o desenvolvimento de habilidades específicas e a familiarização com o ambiente de trabalho. O estágio também contribuía para a formação de uma visão mais realista e contextualizada da profissão.
- e) Orientava-se que a avaliação dos estudantes devia ser contínua, abrangendo não apenas os conhecimentos teóricos, mas também as competências e habilidades desenvolvidas ao longo do curso. A avaliação devia ser realizada de forma criteriosa, considerando diferentes instrumentos e metodologias, como provas, trabalhos individuais e em grupo, apresentações, projetos e relatórios.

É importante ressaltar que as DCNs de 2002 não buscaram padronizar de forma rígida todos os cursos de Engenharia do país, mas sim estabelecer princípios e diretrizes gerais que as instituições deveriam seguir, adaptando-os às suas particularidades e às demandas regionais. No Quadro 18 é apresentado um comparativo entre a Resolução CFE n.º 48/1976 e a Resolução CNE/CES n.º 11/2002.

Quadro 18 — Comparativo entre a Resolução CFE n.º 48/1976 e a Resolução CNE/CES n.º 11/2002

	Resolução CFE n.º 48/1976	Resolução CNE/CES n.º 11/2002
Características predominantes	Impositiva.	Diretiva.
Áreas de engenharia	Seis grandes áreas de habilitação de engenharia: civil; eletricidade; mecânica; metalurgia; minas e química.	Em aberto.
Habilitações / Áreas de atuação	Estabelece várias.	Não menciona.
Perfil do egresso	Não estabelece.	Generalista, com visão crítica e reflexiva, humanista, capacitado a absorver, desenvolver e implementar novas tecnologias, com habilidade para identificar e resolver problemas, visão ética e conhecimento em questões políticas, econômicas, sociais, ambientais e culturais.
Ensino por competências	Não estabelece.	Estabelece competências e habilidades gerais para formação do engenheiro, porém, apesar de citar habilidades a Resolução não explicou o que seriam, levando as IES a montarem modelos de ensino conteudistas.
Projeto do curso	Principal exigência era a grade curricular.	O Projeto Pedagógico de Curso (PPC) é uma exigência e precisa explicar claramente como as atividades acadêmicas contribuem para a construção do perfil profissional definido. A Resolução não especifica os elementos que devem compor o PPC.
Organização curricular	Currículo mínimo. Grade de disciplinas com pré-requisitos.	Fim do currículo mínimo. Flexibilização curricular, nova concepção de currículo.
Currículo	Parte comum: formação básica e formação geral. Parte diversificada: formação profissional geral e específica. Disciplinas exigidas por legislação específica.	Núcleos de conteúdos básicos (30%). Núcleo de conteúdos profissionalizantes (15%). Extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo profissionalizante (demais 55%).
Foco do currículo	Centrado no conteúdo.	Habilidades e competências.
Projetos integradores / Final de Curso	Não previa.	Estabelece a realização de atividades que integrem conhecimentos, sendo obrigatória a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).
Duração do curso	4 a 9 anos (média de 5 anos), comum mínimo de 3.600 horas de atividades.	Não estabelece.
Estágio	Obrigatório, com mínimo de 30 horas.	Obrigatório, com mínimo de 160 horas de supervisão, sob responsabilidade da IES.

	Resolução CFE n.º 48/1976	Resolução CNE/CES n.º 11/2002
Metodologia de ensino / aprendizagem	Não menciona.	Estipula que o curso deve empregar métodos de ensino-aprendizagem que assegurem o desenvolvimento de habilidades e competências.
Foco do processo de ensino / aprendizagem	Centrado no professor.	Centrado no aluno.
Avaliação	Não menciona.	Os cursos devem estabelecer métodos e critérios de avaliação tanto do processo de ensino-aprendizagem quanto do próprio curso.
A instituição de ensino	Administração com foco em documentação e registro acadêmico.	Administração de caráter mais pedagógico, prevendo avaliação, acompanhamento, inclusive psicopedagógico.
	Órgão de preferência para o aluno era o departamento.	A coordenação do curso é o principal órgão devido às suas atribuições específicas.
Papel do aluno	Predominante passivo.	Para atender aos requisitos da resolução, é crucial que o papel do aluno seja predominantemente ativo.

Fonte: Adaptado de Pinto; Portela; Oliveira (2003, p. 33)

Conforme o Relatório Síntese (CNI, 2020b, p. 12), “a Resolução CNE/CES n.º 11/2002 mudou o paradigma de currículos por conteúdos mínimos para currículos por competências, sem definir claramente como implementar e avaliar um processo de aprendizagem dessa natureza”.

Ao longo dos anos de vigência da Resolução, o mundo produtivo passou por várias transformações, ampliando as competências requeridas dos engenheiros para além dos conhecimentos técnicos, incluindo habilidades como liderança, autonomia e trabalho em equipe (Grant; Dickson, 2006). Diante dessa evolução e reconhecendo o papel da Engenharia como impulsionadora da inovação, surgiu a necessidade de uma nova revisão das DCNs, visando garantir a competitividade do Brasil em um cenário internacional dinâmico (Brasil, 2019a, p. 1).

Assim, a Resolução CNE/CES n.º 11/2002 vigorou até 2019, quando foi revogada pela Resolução CNE/CES n.º 02, de 24 de abril de 2019 (Brasil, 2019b), que instituiu as novas e atuais DCNs para os Cursos de graduação em Engenharia. Durante esse período, mais especificamente entre os anos de 2006 e 2018

[...] a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), coordenada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), os fóruns e Congressos da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge) e os encontros realizados pelo Sistema do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), para citar alguns, foram espaços fundamentais para a coleta de informações, diagnósticos, experiências nacionais e internacionais bem-sucedidas, e palcos de discussões entre lideranças e especialistas no tema da formação de engenheiros (CNI, 2020a, p. 16).

De forma clara, Kern *et al.* (2019, p. 40) explicam como foi esse processo de construção:

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia [...] resultado de um esforço coletivo que reuniu o governo, a academia, considerando também a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge), e empresas, por meio de grupos de trabalhos da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI). Essas discussões foram importantes para a aproximação do setor empresarial com o setor acadêmico e para a definição assertiva para a trajetória educacional do ensino de engenharia (Kern *et al.*, 2019, p. 40).

As novas DCNs buscaram promover uma modernização dos cursos de Engenharia, mediante sua constante atualização, uma abordagem centrada no aluno como protagonista do conhecimento, uma maior integração entre empresas e instituições de ensino, o reconhecimento da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, além do papel do professor como facilitador das mudanças essenciais tanto dentro quanto fora da sala de aula (Brasil, 2019a, p. 2).

Ainda, de acordo com o Relatório Síntese, da Comissão Nacional para Implantação das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia,

[...] as novas diretrizes são um meio de resposta às transformações pelas quais passam a sociedade global, que experimenta um período de mudanças profundas nas formas de produção, de consumo e de relacionamento. As tecnologias de informação e comunicação (TICs) estão na base dos novos hábitos e processos, abrindo caminho para o que se denomina de revolução digital. Fazem parte desta revolução a maior automação e robotização das empresas, difusão da aplicação do *machine learning*, criação de um enorme mercado de serviços via aplicativos com impacto sobre a socialização, locomoção e comunicação entre as pessoas. É comum encontrar ainda menção ao crescente uso da Inteligência Artificial, *Big data* e Computação em Nuvem, expansão de redes 5G, novas aplicações da medicina de precisão, adoção de cada vez mais formas de realidade virtual como simulações e treinamentos nas diversas atividades, entre outras (CNI, 2020b, p. 12).

Em grande parte, as DCNs estabelecidas pela Resolução CNE/CES n.º 11, de 11 de março de 2002, já contemplavam essas preocupações, como detalhado no Parecer CNE/CES n.º 1.362/2001:

O desafio que se apresenta o ensino de Engenharia no Brasil é um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. O próprio conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a presença cada vez maior de componentes associadas às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas, interpretar de maneira dinâmica a realidade. O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões.

Não se adequar a esse cenário procurando formar profissionais com tal perfil significa atraso no processo de desenvolvimento (Brasil, 2002a, n.p.).

O Parecer CNE/CES n.º 1.362/2001 prossegue afirmando:

As tendências atuais vêm indicando na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional a ser formado tenha opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática (Brasil, 2002a, n.p.).

Considerando este cenário, foi sugerida uma revisão das DCNs dos cursos de graduação em Engenharia, tendo como princípios:

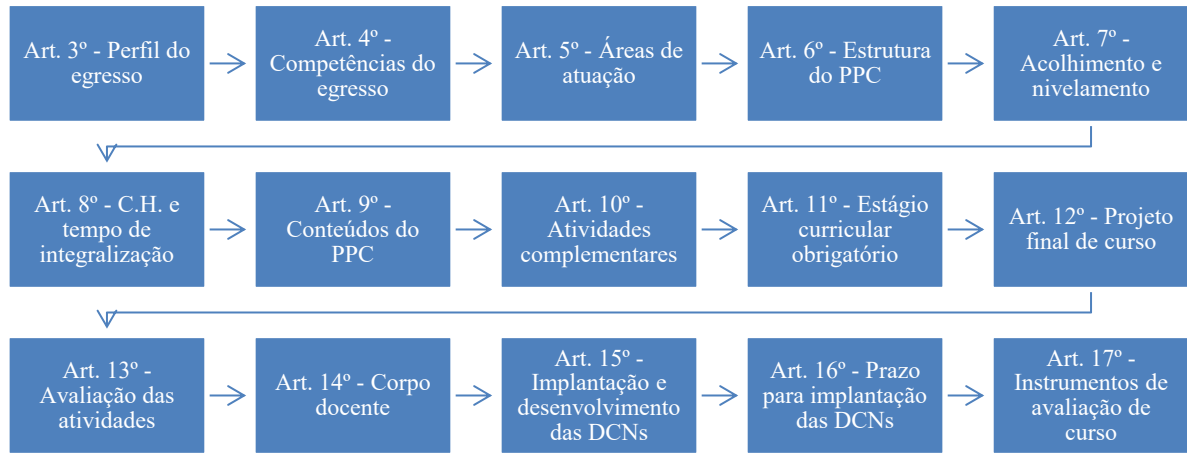
[...] elevar a qualidade do ensino em Engenharia no país; permitir maior flexibilidade na estruturação dos cursos de Engenharia, para facilitar que as instituições de ensino inovem seus modelos de formação; reduzir a taxa de evasão nos cursos de Engenharia, com a melhoria de qualidade; e oferecer atividades compatíveis com as demandas futuras por mais e melhores formação dos engenheiros (Brasil, 2019a, p. 3).

Nesta proposta de revisão, priorizou-se o aspecto humano, de modo que não se restringisse apenas a um currículo focado em disciplinas excessivamente técnicas (Noga, 2021, p. 61). Assim, a Resolução CNE/CES n.º 02/2019 é o documento que institui as DCNs de Engenharia atualmente vigentes, com seis capítulos e com um total de dezoito artigos, sendo esses divididos em:

- Capítulo I – Das disposições preliminares: artigos primeiro e segundo.
- Capítulo II – Do perfil e competências esperadas do egresso: artigos terceiro ao quinto.
- Capítulo III – Da organização do curso de graduação em Engenharia: artigos sexto ao décimo segundo.
- Capítulo IV – Da avaliação das atividades: artigo décimo terceiro.
- Capítulo V – Do corpo docente: artigo décimo quarto.
- Capítulo VI – Das disposições finais e transitórias: artigos décimo quinto ao décimo oitavo.

A síntese dessa estrutura pode ser observada na Figura 4. Já no Quadro 19 são apresentados os principais aspectos abordados na Resolução.

Figura 4 — Síntese da estrutura das novas DCNs de Engenharia



Fonte: Autor (2026), com base nas DCNs de Engenharia (Brasil, 2019b)

Quadro 19 — Principais aspectos abordados na Resolução CNE/CES n.º 02/2019

Capítulo	Artigo	Principais aspectos
Disposições preliminares	Artigo 1º	Institui as DCNs de Engenharia, que devem ser seguidas pelas IES na organização, desenvolvimento e avaliação dos cursos de Engenharia.
	Artigo 2º	Define os princípios, fundamentos, condições e finalidades das DCNs de Engenharia, que devem ser aplicadas nacionalmente.
Perfil e competências esperadas do egresso	Artigo 3º	Define o perfil do egresso, destacando as características como visão holística, humanista, crítica, reflexiva, criativa, cooperativa, ética e com forte formação técnica. Também inclui a capacidade de atuar com inovação, multidisciplinaridade, responsabilidade social e desenvolvimento sustentável.
	Artigo 4º	Estabelece as competências que devem ser desenvolvidas ao longo do curso, como a capacidade de formular soluções, modelar sistemas, projetar e analisar produtos e processos, gerir recursos, comunicar-se de forma eficaz e liderar equipes.
	Artigo 5º	Descreve os campos de atuação dos egressos, que incluem o ciclo de vida de produtos e empreendimentos, e a formação de novos engenheiros.
Organização do curso	Artigo 6º	Exige que o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) contemple o desenvolvimento das competências previstas no perfil do egresso. Define como o curso deve ser organizado, abordando regime acadêmico, atividades de ensino-aprendizagem, atividades complementares, estágio curricular e o Projeto Final de Curso.
	Artigo 7º	Determina que o PPC deve prever sistemas de acolhimento e nivelamento para atender às necessidades dos estudantes ingressantes e reduzir a retenção e evasão.
	Artigo 8º	Define a carga horária e o tempo de integralização do curso, que devem estar em conformidade com as diretrizes estabelecidas no PPC.
	Artigo 9º	Estabelece que os cursos devem incluir conteúdos básicos, profissionais e específicos alinhados às competências que se pretende desenvolver nos egressos. Também exige a presença de atividades práticas e laboratoriais.
	Artigo 10º	Define que as atividades complementares devem contribuir para o desenvolvimento das competências previstas para o egresso, tanto dentro como fora do ambiente de ensino.
	Artigo 11º	Trata do estágio curricular obrigatório, que deve proporcionar práticas reais supervisionadas para o desenvolvimento das competências do engenheiro.
	Artigo 12º	Especifica o Projeto Final de Curso, que deve demonstrar a capacidade de articulação das competências inerentes à formação do engenheiro, podendo ser realizado individualmente ou em equipe.

Capítulo	Artigo	Principais aspectos
Avaliação das atividades	Artigo 13º	Define como deve ser feita a avaliação das atividades dos estudantes, prevendo que o processo avaliativo deve ser contínuo e diversificado, abrangendo atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão.
Corpo docente	Artigo 14º	Especifica que o corpo docente deve estar alinhado ao PPC e que as instituições devem manter programas de formação e desenvolvimento contínuo dos professores, com foco no aprimoramento pedagógico e no desenvolvimento das competências dos egressos.
Disposições finais e transitórias	Artigo 15º	Estabelece que as instituições devem monitorar, acompanhar e avaliar a implantação das Diretrizes Curriculares, com vistas ao aperfeiçoamento contínuo dos cursos.
	Artigo 16º	Define o prazo para implementar as novas diretrizes, podendo a implementação ser gradual ou imediata com anuência dos alunos.
	Artigo 17º	Estabelece que os instrumentos de avaliação dos cursos devem ser adequados as novas diretrizes.
	Artigo 18º	Revoga a Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002.

Fonte: Autor (2026)

As novas DCNs visam promover a convergência entre a educação de engenheiros no Brasil e os emergentes paradigmas tecnológicos, econômicos e sociais. Portanto, conforme observado por Martins e Lima (2023), a Resolução CNE/CES n.º 02/2019

[...] se ampara em pressupostos teórico-conceituais presentes na inovação educacional preconizada na atualidade, principalmente no cenário internacional. De pronto, já no artigo 3º da Resolução, o documento define a diretriz fundante da formação do engenheiro, que deve se estruturar por uma visão ao mesmo tempo sistêmica e holística de formação, garantidora das dimensões profissional e cidadã, de tal modo que o egresso “se comprometa com os valores fundamentais da sociedade na qual se insere” (Martins; Lima, 2023).

Para Watanabe *et al.* (2019), as novas DCNs abrem caminho para um horizonte de oportunidades no ensino de Engenharia, oferecendo um terreno fértil para a introdução de mudanças, aprimoramentos e inovações ao longo do seu processo de implantação. Nesse sentido, a Resolução CNE/CES n.º 02/2019 apresenta acentuadas mudanças com relação à Resolução CNE/CES n.º 11/2002. Um comparativo entre ambas é apresentado no Quadro 20.

Quadro 20 — Comparativo entre a Resolução CNE/CES n.º 11/2002 e a Resolução CNE/CES n.º 02/2019

	Resolução CNE/CES n.º 11/2002	Resolução CNE/CES n.º 02/2019
Características predominantes	Diretiva.	Diretiva.
Habilitações / Áreas de atuação	Não menciona.	Atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos e empreendimentos e atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais. Menciona um campo de atuação voltado para a inovação, o empreendedorismo e à docência.

	Resolução CNE/CES n.º 11/2002	Resolução CNE/CES n.º 02/2019
Perfil do egresso	Generalista, com visão crítica e reflexiva, humanista, capacitado a absorver, desenvolver e implementar novas tecnologias, com habilidade para identificar e resolver problemas, visão ética e conhecimento em questões políticas, econômicas, sociais, ambientais e culturais.	Visão holística, apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora, capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, atuação criativa na identificação e resolução de problemas, comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável.
Projeto Pedagógico de Curso (PPC)	O PPC é uma exigência e precisa explicar claramente como as atividades acadêmicas contribuem para a construção do perfil profissional definido. A Resolução não especifica os elementos que devem compor o PPC.	O PPC é uma exigência e deve demonstrar a capacidade de articulação das competências inerentes à formação do engenheiro. A Resolução também descreve e detalha os componentes que devem constar no PPC.
Ensino por competências	Estabelece competências e habilidades gerais para formação do engenheiro, porém, apesar de citar habilidades a Resolução não explicou o que seriam, levando as IES a montarem modelos de ensino conteudistas.	Estabelece competências para formação do engenheiro de forma mais precisa, mais explicativa e mais contextualizada.
Projetos integradores / Final de Curso	Estabelece a realização de atividades que integrem conhecimentos, sendo obrigatória a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).	O Projeto Final de Curso deve evidenciar a capacidade de articular as competências fundamentais à formação do engenheiro. Pode ser conduzido de forma individual ou em equipe.
Foco do currículo	Habilidades e competências.	Competências.
Duração do curso	Não estabelece.	Remete à Resolução n. 02/2007 - 3.600 horas – 5 anos (mínimo).
Estágio	Obrigatório, com mínimo de 160 horas de supervisão, sob responsabilidade da IES.	Obrigatório, com mínimo de 160 horas de supervisão, sob supervisão direta do curso no qual a IES deve estabelecer parceria com organizações que desenvolvam ou apliquem atividades de Engenharia..
Metodologia de ensino / aprendizagem	Estipula que o curso deve empregar métodos de ensino/aprendizagem que assegurem o desenvolvimento de habilidades e competências.	Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa pautadas em práticas interdisciplinares, capazes de garantir o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos.
Foco do processo de ensino / aprendizagem	Centrado no aluno.	Centrado no aluno.
Acolhimento do ingressante	Não prevê.	O PPC deve prever os sistemas de acolhimento e nivelamento, visando à diminuição da retenção e da evasão dos discentes.
Currículo	Núcleos de conteúdos básicos (30%). Núcleo de conteúdos profissionalizantes (15%). Extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo profissionalizante (demais 55%).	Conteúdos básicos, profissionais e específicos diretamente relacionados com as competências e sem especificar percentual de cada núcleo.

	Resolução CNE/CES n.º 11/2002	Resolução CNE/CES n.º 02/2019
Avaliação	Os cursos devem estabelecer métodos e critérios de avaliação tanto do processo de ensino-aprendizagem quanto do próprio curso.	Fortalece o aprendizado e o desenvolvimento das competências. A IES deve estabelecer indicadores para avaliar e reconhecer o trabalho dos professores nas atividades realizadas no curso.
Corpo docente	Não trata.	Deve estar alinhado com o previsto no PPC. O curso deve implementar e manter um Programa contínuo de Formação e Desenvolvimento para o seu corpo docente
Papel do aluno	Para atender aos requisitos da resolução, é crucial que o papel do aluno seja predominantemente ativo.	Para atender aos requisitos da resolução, é crucial que o papel do aluno seja predominantemente ativo.
Instrumentos de avaliação de curso	Não estabelece.	A autorização, o reconhecimento e a renovação de reconhecimento do curso, devem ser adequados, no que couber, à Resolução.

Fonte: Autor (2026)

3.3. Desafios das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia

As mudanças implementadas através da Resolução CNE/CES n.º 02/2019 são, de fato, significativas e apresentam inúmeros desafios para as IES, a maior parte deles de natureza institucional e político-pedagógica (CNI, 2020b, p. 13), além da dificuldade de implantação da mesma pelas instituições educacionais, a começar pelo prazo vencido desde abril de 2022 (Brasil, 2020a).

Já conforme Cruz *et al.* (2022, p. 29), as novas DCNs apresentam às instituições o desafio de reformular seus Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) para considerar uma abordagem curricular fundamentada na formação por competências, em contraste com a organização anterior fragmentada em disciplinas pouco ou nada integradas. Nesse sentido, Telles (2022) argumenta que a elaboração do PPC requer um desenho no qual os conteúdos das disciplinas não sejam excessivamente conceituais e desconectados da prática profissional, além de enfatizar a necessidade de modelos de avaliação que não se concentrem apenas na memorização de curto prazo. Santos (2023) reforça ainda mais essa questão, afirmando que

[...] a implementação das DCNs enfrenta resistência por parte de algumas instituições de ensino e docentes, que têm dificuldades em abandonar práticas e estruturas curriculares antigas. Muitos professores estão acostumados a um modelo tradicional de ensino, centrado na transmissão de conhecimento, e podem encontrar desafios ao adotar uma abordagem mais integrada e orientada por competências. Entre as maiores resistências identificadas, destacam-se a resistência na colaboração da implementação da curricularização da extensão e a aplicação de metodologias ativas de ensino (Santos, 2023).

Segundo Gouveia (2016), uma parcela significativa dos professores de Engenharia ainda não está familiarizada com métodos educacionais alternativos e, entre aqueles que os conhecem, muitos escolhem não os incorporar em suas práticas de ensino. Para Mainginski (2019, p. 46), isso deve-se, em parte, ao fato de que a maioria dos professores recebeu formação em um ambiente educacional que priorizava a transmissão de conhecimentos e se adaptou bem a esse modelo, assim, a abordagem baseada em competências não é compreendida de forma significativa.

Além disso, apesar da disposição dos professores em aprimorar suas práticas, a implementação eficaz de metodologias ativas de aprendizagem pode enfrentar obstáculos. Estes incluem a falta de familiaridade tanto por parte dos professores quanto dos alunos com tais abordagens, desafios na avaliação das atividades, restrições de tempo para a execução de atividades mais elaboradas e a necessidade de adaptação do currículo. Inicialmente, os próprios alunos podem mostrar relutância em relação à metodologia, preferindo, muitas vezes, apenas receber passivamente as informações do professor, sem se engajarem ativamente no processo de aprendizado (Telles, 2022).

De acordo com Martins e Lima (2023), para que haja sucesso na transposição das diretrizes curriculares é fundamental que os Colegiados de Cursos, os Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs), a gestão das IES e o Conselho de Regulamentação Profissional “saiam da zona de conforto e aprendam a ensinar, avaliar e atribuir certificação profissional com base nas competências aprendidas e demonstradas, deixando de lado a predominância da comprovação de memorização de conteúdos”. Ademais, Santos (2023) enfatiza que

[...] a formação dos professores é essencial para a implementação bem-sucedida das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia. É necessário promover capacitações e atualizações constantes, de modo a preparar os docentes para as novas abordagens pedagógicas propostas pelas diretrizes. Investir na formação continuada dos professores é fundamental para que eles se sintam preparados e motivados a adotar as mudanças curriculares propostas (Santos, 2023).

O Documento de apoio à implantação das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia (CNI, 2020a, p. 20) lista uma série de desafios que exigem a colaboração e o comprometimento de diversos atores do sistema educacional. Um dos principais aspectos apontados é a necessidade de engajar tanto os docentes quanto os dirigentes das instituições de ensino na criação de projetos educacionais inovadores e flexíveis, além de investir continuamente na capacitação dos professores e valorizar o tempo dedicado ao ensino na graduação. Além desses, também são citados como desafios: a revisão dos currículos; a

necessidade de colaboração entre as instituições de ensino e as indústrias; a compreensão da formação como um processo contínuo; o fortalecimento das parcerias externas; e a reformulação do processo de avaliação dos alunos para alinhar com competências desejadas.

Para Telles (2022), outro desafio enfrentado está relacionado à orientação das novas DCNs de Engenharia, que direcionam a formação dos engenheiros priorizando a competitividade individual, a produção e a gestão de processos na área da Engenharia. Essa abordagem pode resultar em uma negligência dos aspectos sociais da profissão e da formação humana dos engenheiros como sujeitos históricos, culturais e sociais, que vivem em comunidade e que, portanto, têm responsabilidade na construção de uma sociedade igualitária (Casseiro e Henrique, 2020; Telles, 2022).

Curi Filho *et al.* (2023) demonstram preocupação semelhante quando observam que, embora a carga de disciplinas de humanidades já seja baixa nos cursos de Engenharia, deve ser ainda mais reduzida em alguns cursos com as novas DCNs. Assim, será muito difícil que os estudantes de Engenharia tenham formação para atuar com problemas sociais.

Santos (2023) ainda afirma que, a aplicação das novas DCNs de Engenharia demanda recursos apropriados, como laboratórios bem equipados e instrumentos tecnológicos de última geração. Contudo, muitas instituições de ensino se deparam com limitações financeiras e estruturais, o que dificulta a adaptação dos programas de estudo e a criação de ambientes propícios para atividades práticas e colaborativas entre diferentes disciplinas.

Por fim, Liguette e Pieracciani (2023) mencionam as competências necessárias para formação dos engenheiros, com base na Resolução CNE/CES n.º 02/2019, que estabeleceu as novas DCNs de Engenharia, e afirmam que

[...] apesar de ter sido embasada e fundamentada no abrangente e esclarecedor Parecer CNE/CES n.º 1/2019, a Resolução não prevê, de forma objetiva, metodologias para avaliar se os profissionais estão efetivamente se formando após terem desenvolvido essas importantes competências. [...] Ademais, os conteúdos considerados “básicos” que são exigidos pela Resolução em todas as habilitações do curso de Engenharia não contemplam de forma integral as competências esperadas para os egressos na área (Liguette; Pieracciani, 2023).

Para garantir a conformidade com as novas DCNs de Engenharia, é essencial estabelecer um sistema de avaliação e acompanhamento contínuo dos cursos. Verificar se as IES estão aderindo efetivamente às diretrizes é fundamental para assegurar a qualidade da formação dos engenheiros. Uma avaliação criteriosa pode identificar os desafios individuais enfrentados por cada instituição e facilitar a troca de experiências e boas práticas entre elas (Santos, 2023).

3.4. Relação entre as novas DCNs de Engenharia e os *campi* inteligentes

A evolução dos *campi* universitários em direção a ambientes inteligentes está redefinindo não apenas a maneira como os estudantes aprendem, mas também como os currículos são desenvolvidos e implementados. O tema é recente, o conceito de *campus* inteligente ainda não é um consenso universal, as tecnologias aplicáveis a estes ambientes surgem e evoluem a todo momento, o mercado apresenta novas demandas e necessidades de formação educacional, a sociedade evolui, enfim, todas essas questões criam inúmeras possibilidades de atuação dos *campi* inteligentes.

Com as novas DCNs de Engenharia propõe-se que os currículos sejam delineados com base nas competências a serem desenvolvidas, em vez de centrarem-se em núcleos de conteúdo. Este enfoque está alinhado com os termos do Parecer CNE/CES n.º 01, quando esse menciona que

[...] o estabelecimento de um currículo por competências pressupõe a substituição da lógica da assimilação prévia dos conteúdos – para posterior incorporação e uso –, pela ocorrência concomitante desta com o desenvolvimento de habilidades e atitudes a partir de conhecimentos específicos. A inserção curricular, comprometida com a formação de competências, implica de igual modo a inserção dos estudantes na construção de soluções para problemas que irão enfrentar na sua prática profissional (Brasil, 2019a, p. 26).

As novas DCNs de Engenharia estabelecem a esses cursos a aprendizagem baseada em competências (Oliveira, 2019) e detalham no Art. 4º quais devem ser desenvolvidas pelo egresso ao longo de sua formação, sendo essas: (i) formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto; (ii) analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação; (iii) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos, componentes ou processos; (iv) implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia; (v) comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica; (vi) trabalhar e liderar equipes multidisciplinares; (vii) conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão; e (viii) aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.

Nesse sentido, o Quadro 21 apresenta, para cada competência estabelecida nas novas DCNs de Engenharia, algumas possibilidades nas quais os *campi* inteligentes podem auxiliar as IES no desenvolvimento dessas competências.

Quadro 21 — Atuação dos *campi* inteligentes por competência

Competência	Possibilidades de atuação do <i>campus</i> inteligente
I. Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto.	a) Um <i>campus</i> inteligente pode proporcionar um ambiente que simula cenários do mundo real, permitindo que os estudantes entendam as complexidades dos problemas de Engenharia em contextos específicos. Isso contribui para o desenvolvimento da capacidade de compreender e analisar o contexto em que as soluções serão aplicadas. b) A infraestrutura de um <i>campus</i> inteligente frequentemente incorpora tecnologias avançadas, como sensores, redes inteligentes e sistemas de monitoramento. Essas tecnologias podem ser utilizadas para coletar dados sobre o comportamento dos usuários e suas necessidades, proporcionando uma base para a concepção de soluções centradas no usuário. c) Em um <i>campus</i> inteligente pode-se incentivar a inovação em <i>design</i>, incorporando metodologias como o <i>Design Thinking</i>, permitindo que os estudantes explorem maneiras criativas de abordar problemas, identificando soluções que não apenas atendam aos requisitos técnicos, mas que também sejam desejáveis pelos usuários. d) Projetos práticos e aplicações no <i>campus</i> inteligente podem proporcionar oportunidades reais para os estudantes aplicarem seus conhecimentos em situações do mundo real. Essa abordagem prática é importante para desenvolver a capacidade do aluno de formular soluções desejáveis e eficazes.
II. Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação.	a) Um <i>campus</i> inteligente geralmente incorpora uma infraestrutura tecnológica avançada. Essa infraestrutura pode incluir laboratórios equipados com tecnologia de ponta, instrumentação avançada e sistemas de monitoramento que permitem a realização de experimentos complexos. b) O <i>campus</i> inteligente pode oferecer recursos avançados para simulações e modelagem computacional, permitindo que os estudantes criem modelos simbólicos de fenômenos físicos e químicos, explorando cenários virtuais antes de realizar experimentos práticos. c) A infraestrutura de um <i>campus</i> inteligente possibilita a análise de dados em tempo real, essencial para experimentos que requerem monitoramento constante e <i>feedback</i> imediato, ajudando os estudantes a entenderem melhor os fenômenos em estudo. d) <i>Campi</i> inteligentes podem incorporar tecnologias emergentes, como IA, aprendizado de máquina, RV e RA. Essas tecnologias podem ser aplicadas na análise de dados, na interpretação de resultados experimentais e no refinamento de modelos teóricos.
III. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos.	a) Um <i>campus</i> inteligente pode incluir laboratórios equipados com tecnologia de ponta, ferramentas de <i>Design</i> Assistido por Computador (CAD), simulações computacionais e ambientes virtuais que facilitam a concepção e análise de sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos. b) Ambientes de <i>campus</i> inteligente oferecem recursos para simulações e modelagem computacional. Isso permite que os estudantes testem suas ideias, analisem o desempenho de sistemas e produtos em ambientes virtuais antes de implementá-los fisicamente. Essa abordagem economiza tempo e recursos, além de permitir iterações rápidas no processo de <i>design</i>. c) A integração de tecnologias como IA e análise de dados pode facilitar a concepção e análise de sistemas mais eficientes. A IA pode otimizar processos de <i>design</i>, identificar padrões em conjuntos de dados complexos e contribuir para a tomada de decisões. d) A presença de laboratórios de prototipagem nos <i>campi</i> inteligentes facilita a construção rápida de modelos e protótipos, permitindo que os estudantes testem suas ideias de maneira prática, refinando constantemente seus projetos antes da implementação final. e) Com a ênfase crescente na sustentabilidade, um <i>campus</i> inteligente pode proporcionar oportunidades para os estudantes integrarem princípios de <i>design</i> sustentável e eficiência energética em seus projetos. Isso promove a responsabilidade ambiental na concepção de sistemas e produtos.

Competência	Possibilidades de atuação do <i>campus</i> inteligente
IV. Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia.	a) Ambientes de <i>campus</i> inteligente frequentemente implementam sistemas de monitoramento avançado que permitem aos alunos supervisionar e controlar sistemas em tempo real, de forma presencial ou mesmo remota. Isso oferece uma experiência prática na operação de soluções de engenharia em condições simuladas. b) A integração de IoT e sensores inteligentes no <i>campus</i> inteligente possibilita a coleta de dados em tempo real. Os estudantes podem aprender a implantar essas tecnologias em diversos contextos e a utilizar os dados para tomada de decisões. c) A presença de redes inteligentes e sistemas de controle automatizado no <i>campus</i> permite que os estudantes compreendam e operem soluções de engenharia que envolvem automação e controle remoto. Isso é particularmente relevante para áreas como automação industrial e sistemas de energia. d) Ambientes de <i>campus</i> inteligente podem oferecer simulações avançadas de processos industriais, permitindo que os alunos pratiquem a supervisão e o controle de operações complexas sem riscos associados ao ambiente real. e) A RV e RA podem ser utilizadas para criar ambientes virtuais que replicam cenários do mundo real. Os estudantes podem interagir com esses ambientes para praticar a implantação, supervisão, controle e gestão de soluções de engenharia em situações simuladas. f) A utilização de laboratórios remotos, nos quais os estudantes podem acessar e controlar experimentos à distância, permite a experimentação mesmo quando os equipamentos estão fisicamente distantes, ampliando as oportunidades de aprendizado prático. g) Ambientes de <i>campus</i> inteligente podem incluir treinamento em segurança cibernética, preparando os alunos para lidar com ameaças potenciais à implantação e operação segura de sistemas de engenharia conectados à rede. h) O <i>campus</i> inteligente pode fornecer acesso a ferramentas de gestão de dados e <i>analytics</i>, permitindo que os estudantes analisem dados coletados durante a operação de sistemas de engenharia e ajudando o estudante a otimizar o desempenho e a identificar melhorias nos processos.
V. Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica.	a) Plataformas de colaboração <i>online</i> podem facilitar a comunicação escrita entre estudantes, permitindo a criação de documentos colaborativos, revisão de projetos e troca de informações. Isso incentiva a prática e o refinamento das habilidades de comunicação escrita. b) Ambientes de RV ou salas de videoconferência avançadas no <i>campus</i> inteligente oferecem oportunidades para práticas de apresentação oral. Os estudantes podem simular apresentações técnicas, melhorar a dicção e ganhar confiança na comunicação oral. c) Ferramentas de <i>design</i> gráfico e modelagem em três dimensões (3D) podem ajudar os estudantes a comunicar ideias de forma visual. Isso é particularmente relevante para a representação gráfica de projetos de engenharia, contribuindo para a comunicação eficaz por meio de desenhos técnicos e visualizações. d) Participar de projetos colaborativos interdisciplinares no <i>campus</i> inteligente oferece oportunidades para os estudantes praticarem a comunicação eficaz com colegas de diferentes disciplinas, desenvolvendo nos estudantes a habilidade de adaptar a comunicação a diferentes públicos. e) Plataformas <i>online</i> no <i>campus</i> inteligente podem facilitar a troca de <i>feedback</i> entre pares e instrutores. Isso é valioso para o aprimoramento contínuo das habilidades de comunicação, fornecendo <i>insights</i> construtivos sobre a clareza, persuasão e eficácia da comunicação. f) Ferramentas de edição colaborativa permitem que os estudantes trabalhem juntos na melhoria de documentos escritos, apresentações e relatórios, facilitando a aprendizagem colaborativa e desenvolvendo a habilidade de comunicação escrita e gráfica.

Competência	Possibilidades de atuação do <i>campus</i> inteligente
VI. Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares.	a) Ferramentas de colaboração <i>online</i>, integradas ao <i>campus</i> inteligente, podem promover projetos colaborativos que envolvam estudantes de diferentes disciplinas, cursos ou mesmo instituições. Esses projetos incentivam a colaboração e permitem que os estudantes se acostumem a trabalhar em equipes multidisciplinares desde cedo. b) Ambientes virtuais no <i>campus</i> inteligente podem oferecer simulações de gestão de projetos que envolvem equipes multidisciplinares. Essas simulações permitem que os estudantes pratiquem a liderança em contextos simulados antes de entrar no ambiente profissional. c) Programas de mentoria interdisciplinares podem conectar estudantes a profissionais da indústria que têm experiência em liderar equipes multidisciplinares. O <i>campus</i> inteligente pode facilitar essa conexão através das diversas tecnologias disponíveis. d) A organização de desafios e competições interdisciplinares no <i>campus</i> inteligente cria oportunidades para que os estudantes apliquem seus conhecimentos em um contexto prático e colaborativo. Esses eventos estimulam o pensamento criativo, a liderança e a resolução de problemas em equipes multidisciplinares.
VII. Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão.	a) Um <i>campus</i> inteligente pode garantir que o currículo de Engenharia inclua informações atualizadas sobre a legislação e normas relevantes para a profissão, ajudando os estudantes a adquirirem conhecimento desde o início de sua formação. b) Plataformas <i>online</i> no <i>campus</i> inteligente podem oferecer módulos específicos sobre ética profissional, legislação e normas. Os estudantes podem acessar esses recursos de aprendizagem de forma flexível e atualizadas em tempo real, permitindo que integrem o conhecimento sobre regulamentações em sua formação. c) Ambientes virtuais no <i>campus</i> inteligente podem apresentar estudos de caso interativos que envolvam dilemas éticos e situações práticas relacionadas à legislação profissional, ajudando os estudantes a aplicarem conceitos éticos em contextos do mundo real.
VIII. Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.	a) O <i>campus</i> inteligente pode oferecer acesso a plataformas de aprendizado <i>online</i> que disponibilizam recursos educacionais diversificados, como vídeos, tutoriais, simuladores e <i>quizzes</i>, permitindo que os estudantes acessem material de estudo de maneira autônoma. b) A utilização de ambientes virtuais de aprendizagem que ofereçam ferramentas interativas, fóruns de discussão e atividades colaborativas nos <i>campi</i> inteligentes podem incentivar a participação autônoma e a troca de conhecimento entre os estudantes. c) As bibliotecas digitais e os recursos <i>online</i> dos <i>campi</i> inteligentes permitem aos estudantes a realização de pesquisas independentes, o acesso a artigos científicos, a livros e a materiais de referência relacionados à Engenharia, permitindo o aprendizado de forma autônoma e sua atualização em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação. d) Os sistemas de gerenciamento de aprendizagem dos <i>campi</i> inteligentes podem fornecer uma estrutura organizada para o conteúdo do curso, incluindo materiais de leitura, atribuições, datas de entrega e <i>feedback</i>, ajudando os estudantes a planejar e gerenciar seu próprio tempo de estudo. e) Os <i>campi</i> inteligentes podem incorporar tecnologias de RA e RV que ofereçam experiências de aprendizado imersivas e interativas, permitindo que os estudantes explorem conceitos complexos de forma autônoma. f) Utilizar ferramentas <i>online</i> que permitem a anotação colaborativa, o compartilhamento de documentos e a discussão em tempo real. O <i>campus</i> inteligente pode disponibilizar essas ferramentas que facilitam a colaboração entre estudantes e promovem a aprendizagem autônoma. g) Os <i>campi</i> inteligentes podem implementar sistemas de tutoria inteligente que ofereçam <i>feedback</i> personalizado, adaptem o conteúdo de acordo com o desempenho do estudante e forneçam direcionamento individualizado para reforçar a aprendizagem autônoma.

Fonte: Autor (2026)

A integração entre os *campi* inteligentes e as novas DCNs de Engenharia pode resultar em um ambiente educacional mais inovador, adaptável e focado no desenvolvimento prático e

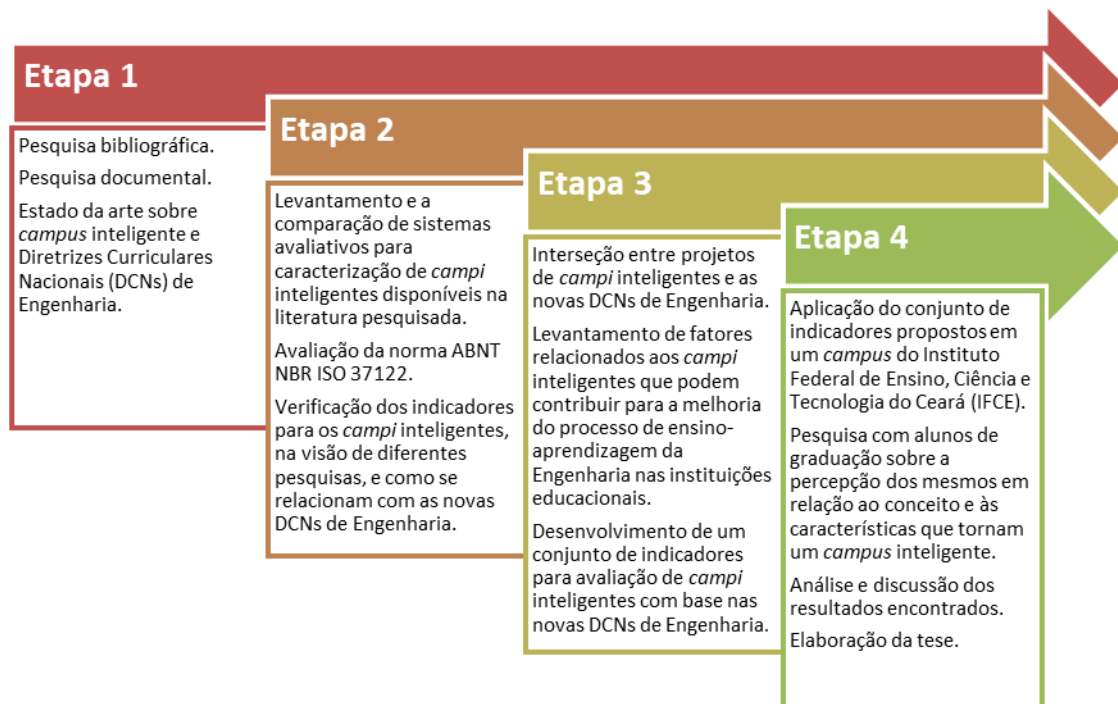
nas competências dos alunos desses cursos. Nesse sentido, trabalhar essa integração pode ajudar as IES a assegurarem que os futuros engenheiros não apenas compreendam teorias, mas também apliquem habilidades práticas, que estejam adaptados às inovações tecnológicas e mais preparados para enfrentar os desafios dinâmicos do ambiente profissional do século XXI.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa, de natureza exploratória e aplicada, adota uma abordagem analítica para investigar a integração entre os *campi* inteligentes e as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia, por meio do desenvolvimento de um conjunto estruturado de indicadores, buscando compreender o potencial impacto dos *campi* inteligentes no processo de ensino-aprendizagem.

Para tanto, o percurso metodológico foi organizado em quatro etapas distintas, delineadas de modo a proporcionar uma compreensão abrangente e sistemática dessa relação complexa. A síntese da metodologia adotada é apresentada na Figura 5.

Figura 5 — Síntese da metodologia proposta para a pesquisa



Fonte: Autor (2026)

Inicialmente, realizaram-se pesquisas bibliográficas e documentais com o objetivo de mapear o estado da arte, tanto na temática dos *campi* inteligentes quanto nas DCNs de Engenharia, buscando estabelecer um embasamento teórico sólido para o desenvolvimento subsequente do trabalho.

A pesquisa bibliográfica para os *campi* inteligentes contemplou as bases de conhecimento *Web of Science* (WoS), *Scopus* e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). As expressões utilizadas na busca foram: "*smart campus*", "*smart university*",

“*learning*” e “*teaching*”. Optou-se por empregar termos mais amplos de forma intencional, com vistas a abarcar uma maior quantidade de produções, evitando que algum estudo importante fosse excluído no levantamento. A pesquisa foi realizada utilizando-se o rótulo tópico que inclui pesquisa no título, resumo, palavras-chave do estudo e palavras-chave do autor.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão artigos redigidos nos idiomas inglês, espanhol e português, a seleção de artigos originais, de dados de pesquisa, de revisão e com acesso aberto e, por fim, o recorte temporal entre os anos de 2014 e 2024 (última década). Esse período foi escolhido por apresentar as descobertas mais recentes sobre o assunto pesquisado.

Como critérios de exclusão, desconsideraram-se editoriais, apresentações, resumos e outros formatos textuais, por não passarem por processos rigorosos de avaliação por pares, como ocorre com os artigos científicos.

Já a pesquisa bibliográfica referente às DCNs de Engenharia foi realizada utilizando-se a base de conhecimento *Google Acadêmico*, já que se trata de um tema mais restrito à realidade brasileira. As expressões utilizadas na busca foram: “DCNs de Engenharia” e “diretrizes curriculares nacionais de engenharia”.

Como critérios de inclusão, estabeleceram-se artigos redigidos nos idiomas inglês, espanhol e português, bem como a seleção de artigos originais, artigos de pesquisa, artigos de revisão e publicações com acesso livre. O recorte temporal foi mantido em aberto, uma vez que se buscou analisar todo o processo evolutivo das DCNs de Engenharia, sendo que a delimitação de um período específico poderia resultar na exclusão de estudos relevantes.

Como critérios de exclusão, desconsideraram-se editoriais, apresentações, resumos e outros formatos textuais, por não serem submetidos a processos rigorosos de avaliação por pares, conforme ocorre com os artigos científicos.

Após as pesquisas bibliográfica e documental, a segunda etapa consistiu no levantamento e na comparação de sistemas avaliativos voltados à caracterização de *campi* inteligentes disponíveis na literatura pesquisada. Nesse momento, a norma ABNT NBR ISO 37122: cidades e comunidades sustentáveis - indicadores para cidades inteligentes também foi considerada, uma vez que diversos pesquisadores se referem aos *campi* universitários como pequenas cidades (Gupta; Kar, 2015; Pagliaro *et al.*, 2016; Abuarqoub *et al.*, 2017; Bates; Friday, 2017; Vasileva *et al.*, 2018; Hadwan; Khan; Abuzanounh. 2020; Villegas-Ch; Arias-Navarrete; Palacios-Pacheco, 2020; Zhang *et al.*, 2020; Anagnostopoulos *et al.*, 2021).

Assim, apesar da ABNT NBR ISO 37122 ser uma norma específica para cidades inteligentes, é uma base comparável para definição de indicadores para os *campi* inteligentes. O objetivo dessa etapa foi verificar quais eram os indicadores de avaliação para os *campi* inteligentes, na visão de diferentes pesquisadores, e como esses indicadores se relacionavam com as novas DCNs de Engenharia.

A terceira etapa contemplou, com base nas pesquisas realizadas e no estudo dos sistemas de avaliação para *campi* inteligentes, o levantamento de pontos de interseção entre projetos de *campi* inteligentes e as novas DCNs de Engenharia. O objetivo foi identificar quais fatores relacionados aos *campi* inteligentes poderiam contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Engenharia nas instituições de ensino superior (IES) e, a partir disso, estruturar um conjunto de indicadores para a avaliação de *campi* inteligentes, fundamentado nas novas DCNs de Engenharia e organizado em áreas temáticas.

Para a consolidação desse conjunto, foram definidos critérios de inclusão e exclusão de indicadores, visando assegurar rigor metodológico, coerência teórica e aplicabilidade prática. Como critérios de inclusão, consideraram-se: aderência direta com as DCNs de Engenharia; alinhamento com os fundamentos de *campi* inteligentes, tais como uso de tecnologias digitais, gestão baseada em dados, sustentabilidade e integração sistêmica; relevância para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem e dos serviços acadêmicos; mensurabilidade, com possibilidade de obtenção de dados objetivos ou passíveis de operacionalização em escala institucional; e comparabilidade, permitindo análises ao longo do tempo e entre diferentes *campi* universitários.

Por outro lado, foram excluídos indicadores que: não apresentavam relação direta com as DCNs ou com os conceitos de *campus* inteligente; possuíam elevado grau de subjetividade ou baixa confiabilidade na mensuração; apresentavam redundância conceitual com outros indicadores já selecionados; ou não contribuíam de forma significativa para a análise do desempenho institucional no contexto proposto.

Posteriormente, com a fundamentação teórica realizada, os pontos de interseção entre *campus* inteligente e as DCNs de Engenharia devidamente identificados e o conjunto de indicadores estabelecido, a quarta etapa da pesquisa consistiu na aplicação empírica dos indicadores no *campus* Caucaia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Essa etapa foi dividida em dois momentos: o primeiro, composto por uma pesquisa com os alunos do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção sobre a percepção dos mesmos em relação ao conceito e às características que tornam um *campus* inteligente e, o

segundo, com a aplicação do conjunto de indicadores proposto neste trabalho no *campus* selecionado para o estudo.

A pesquisa, aprovada pelo Comitê de Ética do IFCE, protocolo número 81435024.0.0000.5589, foi conduzida *in loco*, pelo autor desta Tese, nas instalações do *campus* Caucaia do IFCE, utilizando-se de um formulário composto por questões objetivas e subjetivas, conforme Apêndice A. Os dados obtidos foram empregados para avaliar possíveis discrepâncias entre o conjunto de indicadores proposto e a percepção dos estudantes acerca dos atributos e conceituações pertinentes à noção de *campus* inteligente.

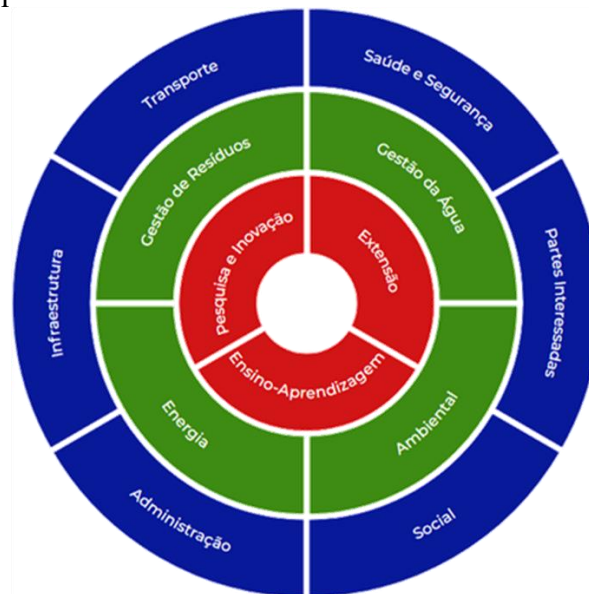
Já a aplicação dos indicadores foi realizada junto ao mesmo *campus*, através de reuniões com servidores, solicitações de informações e dados via *e-mail* ou Sistema Eletrônico de Informações (SEI), busca em documentos, relatórios, plataformas *on-line* e página do *campus* na *internet*. Todos os indicadores foram calculados tomando-se 2024 como o ano base. Por fim, paralelamente ao desenvolvimento da pesquisa, o processo de preparação da tese foi realizado.

5. INDICADORES PARA *CAMPI* INTELIGENTES

Neste Capítulo são propostos 60 indicadores que podem ser utilizados para desenvolver, avaliar e melhorar projetos de *campi* inteligentes. As novas DCNs de Engenharia e os estudos descritos na Seção 2.6 foram utilizados como base para a elaboração destes indicadores. Assim, são explorados não apenas a infraestrutura física, as tecnologias emergentes e a sustentabilidade ambiental de um *campus* universitário, mas também os aspectos pedagógicos, científicos e extensionistas, com o objetivo de identificar oportunidades de aprimoramento para o processo de ensino-aprendizagem nas IES.

Na Figura 6 estão representadas as 13 áreas nas quais os 60 indicadores foram distribuídos. No círculo externo (azul) encontram-se as áreas de apoio: infraestrutura, com 9 indicadores; transporte, com 1 indicador; saúde e segurança, com 4 indicadores; partes interessadas, com 5 indicadores; social, com 1 indicador; e administração, com 1 indicador. No círculo intermediário (verde) estão representadas as áreas ambientais: gestão de resíduos, com 3 indicadores; gestão da água, com 5 indicadores; ambiental, com 3 indicadores; e energia, com 7 indicadores. Por fim, no círculo interno (vermelho) estão as áreas que constituem o tripé da educação superior: ensino-aprendizagem, com 13 indicadores; extensão, com 4 indicadores; e pesquisa e inovação, com 4 indicadores.

Figura 6 – Áreas nas quais os indicadores foram distribuídos



Fonte: Autor (2026)

A síntese dos indicadores é apresentada no Quadro 22. Já o detalhamento e as métricas de cada indicador são descritos na sequência.

Quadro 22 — Resumo dos indicadores propostos para avaliação e caracterização de *campi* inteligentes

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.1	Infraestrutura	Porcentagem da área total do <i>campus</i> coberta por rede sem fio (Wi-Fi) / área total do <i>campus</i>	%	Avaliar a extensão da cobertura da rede sem fio em relação a área total do <i>campus</i> , para possibilitar a descoberta de possíveis zonas que precisam de melhoria.	Útil para garantir que toda a área do <i>campus</i> tenha conectividade adequada para apoiar as atividades acadêmicas e administrativas.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso I, II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII, alínea a. Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.2	Infraestrutura	Porcentagem do total de dias letivos sem nenhuma interrupção de conexão com <i>internet</i> no ano / total de dias letivos no ano	%	Avaliar a proporção de dias durante o ano letivo em que a <i>internet</i> esteve completamente disponível no <i>campus</i> , monitorando a continuidade do serviço.	Útil para garantir que a infraestrutura tecnológica esteja operando de forma eficiente e apoiando as atividades acadêmicas e administrativas de forma ininterrupta.	Próprio	Art. 3º, inciso I, II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII, alínea a. Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.3	Infraestrutura	Porcentagem do total de ambientes de ensino do <i>campus</i> com sensores inteligentes de controle de temperatura / total de ambientes de ensino do <i>campus</i>	%	Avaliar a extensão da instalação de sensores inteligentes de controle de temperatura nos ambientes de ensino do <i>campus</i> . Devem ser considerados ambientes de ensino do <i>campus</i> : salas de aula, laboratórios, bibliotecas, salas de estudo, auditórios e teatros, tanto físicos como virtuais.	Ajuda a medir a implementação de tecnologias inteligentes em espaços de ensino do <i>campus</i> para melhorar o conforto nesses ambientes e a eficiência energética.	Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, inciso I, II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.4	Infraestrutura	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> em que a frequência é registrada através de cartões inteligentes ou de reconhecimento facial / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de alunos do ensino superior do <i>campus</i> cuja frequência é monitorada por tecnologias inteligentes, como cartões inteligentes ou reconhecimento facial.	Ajuda a otimizar o tempo do docente no processo de ensino-aprendizagem e promove segurança no registro de presença dos alunos.	Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso I, II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.5	Infraestrutura	Porcentagem do total de vagas para veículos do <i>campus</i> com sensores inteligentes de ocupação de vagas / total de vagas para veículos disponíveis no <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de vagas para veículos monitoradas por sensores inteligentes em relação ao total de vagas disponíveis no <i>campus</i> , facilitando a gestão e a eficiência do uso das vagas.	Útil para melhorar a gestão do(s) estacionamento(s), reduzir o tráfego gerado pela busca por vagas e reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO ₂).	Alrashed (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso I, II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.6	Infraestrutura	Quantidade de computadores, <i>laptops</i> , <i>tablets</i> ou outros dispositivos de aprendizagem digital para uso dos alunos no <i>campus</i> / total de alunos ativos do <i>campus</i>	Dispositivo por aluno	Avaliar a disponibilidade de computadores, <i>laptops</i> , <i>tablets</i> ou outros dispositivos de aprendizagem digital da instituição que podem ser utilizados por alunos do ensino superior do <i>campus</i> .	Ajuda a entender o nível de acesso dos alunos a ferramentas tecnológicas essenciais para apoiar o processo de ensino-aprendizagem.	ISO 37122 (2019)	Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a.
5.1.7	Infraestrutura	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> com acesso à <i>internet</i> em seus domicílios / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de alunos ativos do ensino superior do <i>campus</i> que possuem acesso à <i>internet</i> em seus domicílios.	Contribui para identificar desigualdades no acesso à <i>internet</i> , que podem impactar a capacidade dos alunos de participar plenamente do ensino a distância e de atividades complementares remotas.	ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alíneas a, b; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.8	Infraestrutura	Porcentagem do total de edifícios do <i>campus</i> acessíveis para pessoas portadoras de deficiências ou com mobilidade reduzida / total de edifícios do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de edifícios no <i>campus</i> que são acessíveis para pessoas portadoras de deficiências ou com mobilidade reduzida	Útil para avaliar e melhorar a acessibilidade no <i>campus</i> , promovendo um ambiente inclusivo e acessível a todos.	ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso III; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.9	Infraestrutura	Quantidade total de licenças de <i>softwares</i> de simulação ou modelagem computacional instaladas e disponíveis para alunos do <i>campus</i> / quantidade total de alunos ativos do <i>campus</i>	Licenças por aluno	Avaliar a disponibilidade de <i>softwares</i> especializados em simulação ou modelagem computacional para os alunos do ensino superior do <i>campus</i> .	Útil para medir o acesso dos alunos a ferramentas tecnológicas que permitem a aplicação prática de conceitos teóricos, sendo importante para desenvolver habilidades analíticas, experimentação virtual e resolução de problemas complexos.	Próprio	Art. 4º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 2º, 8º; Art. 8º, parágrafo 1º; Art. 9º, parágrafo 3º; Art. 11; Art. 13, parágrafo 2º.
5.1.10	Saúde e Segurança	Área total construída do <i>campus</i> / quantidade total de extintores do <i>campus</i>	Extintor por m ²	Avaliar a distribuição e cobertura de extintores de incêndio no <i>campus</i> .	Útil para assegurar que o <i>campus</i> esteja adequadamente equipado para lidar com emergências e em conformidade com as normas, promovendo um ambiente seguro para todos.	Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso V.
5.1.11	Saúde e Segurança	Porcentagem do total de edifícios com sistemas automáticos de combate a incêndio / total de edifícios do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de edifícios no <i>campus</i> que possuem sistemas automáticos e operantes de combate a incêndio.	Útil para assegurar que o <i>campus</i> esteja adequadamente equipado para lidar com emergências e em conformidade com as normas, promovendo um ambiente seguro para todos.	Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, inciso V.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.12	Saúde e Segurança	Porcentagem do total de ambientes do <i>campus</i> que possuem mapas de riscos disponíveis publicamente / total de ambientes do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de ambientes no <i>campus</i> que possuem mapas de riscos acessíveis ao público.	Útil para assegurar que o <i>campus</i> esteja adequadamente equipado para lidar com emergências e em conformidade com as normas, promovendo um ambiente seguro para todos.	ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso V.
5.1.13	Saúde e Segurança	Área total dos ambientes de atividade física / total de alunos ativos do <i>campus</i>	m² por aluno	Avalia a quantidade de espaço disponível para atividades físicas em relação ao número de alunos ativos do ensino superior do <i>campus</i> .	Útil para garantir que a infraestrutura seja suficiente para atender à demanda da comunidade acadêmica.	Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso V.
5.1.14	Partes interessadas	Porcentagem do total de alunos matriculados por ano / total de vagas ofertadas no <i>campus por ano</i>	%	Avaliar a taxa de ocupação das vagas oferecidas pelo <i>campus</i> em relação ao número de alunos matriculados em um determinado ano.	Útil tanto para o planejamento acadêmico quanto para a gestão eficiente de recursos institucionais, equilibrando oferta e demanda no <i>campus</i> . Além de ser um indicativo da percepção da comunidade externa em relação aos serviços prestados pelo <i>campus</i> .	Pompei <i>et al.</i> (2018)	Art. 15; Art. 17.
5.1.15	Partes interessadas	Porcentagem do total de alunos formados no <i>campus</i> por ano / total de vagas ofertadas no <i>campus</i> por ano	%	Avaliar a proporção de alunos do ensino superior que se formam anualmente.	Útil para monitorar a eficiência e o desempenho acadêmico da instituição.	Pompei <i>et al.</i> (2018) ISO 37122 (2019)	Art. 6º, inciso VIII; Art. 7º; Art. 13, parágrafos 1º, 2º, 3º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.16	Partes interessadas	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> com atividade laboral remunerada na área de sua formação universitária / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de alunos ativos do ensino superior que estão envolvidos em algum tipo de atividade laboral remunerada (estágio, bolsa de estudos ou trabalho).	Útil para fortalecer a relação universidade-empresa e para adaptar a oferta de serviços e suporte acadêmico à realidade dos alunos.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020)	Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 9º; Art. 11, parágrafo 2º.
5.1.17	Partes interessadas	Total de alunos ativos do <i>campus</i> / total de professores do <i>campus</i>	Alunos por professor	Avaliar a relação entre o número de alunos ativos no <i>campus</i> e o número de professores, fornecendo uma métrica sobre a capacidade de atendimento e suporte pedagógico.	Útil para a gestão da qualidade pedagógica e o planejamento estratégico do <i>campus</i> , garantindo que a infraestrutura acadêmica atenda de forma equilibrada às necessidades dos alunos.	Pompei <i>et al.</i> (2018)	Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 6º; Art. 14.
5.1.18	Partes interessadas	Total de horas de formação e desenvolvimento do corpo docente do <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Horas de formação por professor	Monitorar o investimento na capacitação contínua do corpo docente, essencial para a melhoria da qualidade do ensino.	Útil para garantir que os docentes estejam atualizados em relação às melhores práticas pedagógicas, inovações tecnológicas e metodologias de ensino.	Próprio	Art. 14, parágrafo 1º.
5.1.19	Gestão de resíduos	Total anual de resíduos não recicláveis gerados / população total do <i>campus</i>	kg <i>per capita</i>	Mede a quantidade de resíduos não recicláveis gerados por pessoa no <i>campus</i> (incluindo estudantes, servidores e terceirizados) em um período de um ano.	Ajuda promover uma cultura de sustentabilidade no <i>campus</i> , permitindo a criação de projetos e metas claras de redução de resíduos.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.20	Gestão de resíduos	Total anual de resíduos recicláveis gerados / população total do <i>campus</i>	kg <i>per capita</i>	Mede a quantidade de resíduos recicláveis gerados por pessoa no <i>campus</i> (incluindo estudantes, servidores e terceirizados) em um período de um ano.	Ajuda promover uma cultura de sustentabilidade no <i>campus</i> , permitindo a criação de projetos e metas claras de redução de resíduos.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.21	Gestão de resíduos	Porcentagem do total de resíduos gerados no <i>campus</i> com destino final ambientalmente correto / total de resíduos gerados no <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de resíduos gerados no <i>campus</i> que são destinados de forma ambientalmente correta, incluindo reciclagem, aterro sanitário, compostagem, e tratamento adequado de resíduos perigosos.	Útil para medir a eficácia das práticas ambientais no <i>campus</i> e garantir que a gestão de resíduos seja conduzida de maneira ecologicamente responsável.	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.22	Gestão da água	Consumo anual de água do <i>campus</i> / população total <i>campus</i>	m³ <i>per capita</i>	Mensurar o consumo anual médio de água por pessoa no <i>campus</i> , considerando a população total (incluindo estudantes, servidores e terceirizados).	Útil para a gestão eficaz dos recursos hídricos, para diminuição do impacto ambiental no uso de água e para a promoção de uma cultura sustentável.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.23	Gestão da água	Porcentagem do total de água do <i>campus</i> captada e reutilizada por ano (chuva, efluentes) / consumo anual de água do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção do consumo total de água captada e reutilizada que é proveniente de fontes como água da chuva ou efluentes tratados, em relação ao consumo total anual de água do <i>campus</i> .	Útil para avaliar o sucesso das iniciativas de captação e reutilização de água no <i>campus</i> e para promover o uso mais consciente e sustentável dos recursos hídricos.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.24	Gestão da água	Porcentagem do total de sensores inteligentes de consumo de água instalados no <i>campus</i> / total de medidores de consumo de água do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de medidores de consumo de água que são sensores inteligentes em relação ao total de medidores de consumo de água instalados no <i>campus</i> .	Útil para medir o grau de adoção de tecnologias inteligentes na gestão do consumo de água, promover um ambiente mais eficiente e sustentável e incentivar a cultura de sustentabilidade.	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020); ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.25	Gestão da água	Porcentagem do total de torneiras com sensor de presença instaladas no <i>campus</i> / total de torneiras instaladas no <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de torneiras equipadas com sensores de presença em relação ao total de torneiras instaladas no <i>campus</i> .	Útil para acompanhar a adoção de tecnologias que otimizam o uso de água e promovem uma gestão sustentável dos recursos hídricos no <i>campus</i> , além de incentivar a cultura de sustentabilidade.	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.26	Gestão da água	Porcentagem do total de vasos sanitários à vácuo do <i>campus</i> / total de vasos sanitários instalados no <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de vasos sanitários à vácuo em relação ao total de vasos sanitários instalados no <i>campus</i> .	Útil para acompanhar a adoção de tecnologias que otimizam o uso de água e promovem uma gestão sustentável dos recursos hídricos no <i>campus</i> , além de incentivar a cultura de sustentabilidade.	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.27	Ambiental	Total de resmas de papel consumidas no <i>campus</i> por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	resmas por aluno	Mensurar a quantidade de resmas de papel consumidas anualmente por aluno ativo no <i>campus</i> .	Ajuda a avaliar o impacto ambiental e operacional do consumo de papel e fomentar iniciativas de sustentabilidade e digitalização no <i>campus</i> .	Pompei <i>et al.</i> (2018)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.28	Ambiental	Porcentagem da área do <i>campus</i> coberta por vegetação / área total do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção da área total do <i>campus</i> que é coberta por vegetação, como jardins, áreas verdes, vegetação nativa, bosques ou paisagismo natural.	Útil para monitorar o compromisso do <i>campus</i> com a sustentabilidade e a qualidade ambiental, além de incentivar a cultura de sustentabilidade.	Pompei <i>et al.</i> (2018) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.29	Ambiental	Porcentagem do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para esforços de sustentabilidade / valor total do orçamento do <i>campus</i> no ano	%	Avaliar a proporção do orçamento anual do <i>campus</i> destinada a iniciativas, projetos e programas voltados para a sustentabilidade, como energia renovável, gestão de resíduos, conservação de água, áreas verdes e infraestrutura verde.	Útil para acompanhar e fortalecer o apoio financeiro a práticas sustentáveis no <i>campus</i> , além de incentivar a cultura de sustentabilidade.	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.30	Energia	Porcentagem do total de energia consumida anualmente no <i>campus</i> que é gerada através de fontes de energias renováveis / total de energia consumida no <i>campus</i> por ano	%	Avaliar a proporção da energia consumida anualmente no <i>campus</i> que é comprovadamente gerada através de fontes de energia renovável, como solar, eólica, biomassa, entre outras.	Útil para medir o sucesso dos esforços de um <i>campus</i> em se tornar mais sustentável e reduzir seu impacto ambiental por meio do uso de energia renovável.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.31	Energia	Porcentagem do total de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes (classe A) / total de aparelhos do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de aparelhos de ar-condicionado no <i>campus</i> que são classificados como energeticamente eficientes.	Útil para verificar a eficácia das ações de modernização e sustentabilidade no <i>campus</i> , promovendo a eficiência energética e a redução de custos e impactos ambientais.	Pompei <i>et al.</i> (2018) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.32	Energia	Porcentagem do total de estações de carregamento para veículos elétricos no <i>campus</i> / total de vagas para veículos disponíveis no <i>campus</i>	%	Avaliar a disponibilidade de infraestrutura para carregar veículos elétricos em relação ao número total de vagas de estacionamento no <i>campus</i> .	Útil para monitorar a infraestrutura sustentável de transporte no <i>campus</i> e para promover a adoção de tecnologias de transporte mais limpas e eficientes.	Alrashed (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.33	Energia	Porcentagem do total de ambientes fechados do <i>campus</i> que utilizam luz natural / quantidade total de ambientes fechados do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de ambientes do <i>campus</i> que utilizam a luz natural, contribuindo para a eficiência energética e o conforto dos usuários.	Útil para avaliar o impacto ambiental e o conforto do <i>campus</i> , além de demonstrar o compromisso com práticas sustentáveis e a melhoria da qualidade de vida de seus usuários.	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.34	Energia	Porcentagem do total de ambientes fechados do <i>campus</i> que utilizam ventilação natural / quantidade total de ambientes fechados do <i>campus</i>	%	Avaliar o quanto o <i>campus</i> está utilizando a ventilação natural para reduzir o consumo de energia elétrica e melhorar o conforto térmico.	Útil para avaliar e promover a eficiência energética e o conforto ambiental no <i>campus</i> , alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade e melhoria na qualidade de vida dos usuários.	GreenMetric Ranking (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.35	Energia	Porcentagem do total de ambientes do <i>campus</i> com sensores inteligentes de iluminação / total de ambientes do <i>campus</i>	%	Avaliar o nível de adoção de tecnologias eficientes para o controle de iluminação, com foco na economia de energia.	Útil para medir o impacto da tecnologia de sensores inteligentes no <i>campus</i> , incentivando práticas que promovem a eficiência energética, o conforto ambiental e a sustentabilidade.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020) GreenMetric Ranking (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.36	Energia	Porcentagem do total de medidores inteligentes de consumo de energia do <i>campus</i> / quantidade total de medidores de consumo de energia do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de medidores de consumo de energia no <i>campus</i> que são inteligentes, ou seja, aqueles que permitem monitoramento em tempo real e gerenciamento eficiente do uso de energia.	Útil para medir o grau de modernização e eficiência na gestão do consumo energético no <i>campus</i> .	Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.37	Transporte	Quantidade total de veículos com emissão zero no <i>campus</i> / população total do <i>campus</i>	Veículo <i>per capita</i>	Avaliar a proporção de veículos de emissão zero em relação à população total do <i>campus</i> (incluindo estudantes, servidores e terceirizados).	Útil para avaliar o nível de sustentabilidade e comprometimento ambiental da comunidade acadêmica.	Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122 (2019)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5.1.38	Pesquisa e inovação	Porcentagem do total de alunos que participam de <i>startups</i> no <i>campus</i> / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de alunos do ensino superior que estão envolvidos em <i>startups</i> ou iniciativas empreendedoras no <i>campus</i> , refletindo o incentivo à inovação e ao empreendedorismo na comunidade acadêmica.	Útil para medir o engajamento dos alunos em atividades empreendedoras e inovadoras. Também pode demonstrar a capacidade do <i>campus</i> preparar seus alunos para o futuro, estimulando a criação de novos negócios e soluções que têm impacto direto na sociedade e na economia.	Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, b, c, d, e ; Art. 5º, incisos II, III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
3. 1.39	Pesquisa e inovação	Número de propriedades intelectuais dos servidores do <i>campus</i> registradas por ano / total de servidores do <i>campus</i>	Propriedade intelectual por servidor (ou funcionário do <i>campus</i>)	Avaliar a produtividade e inovação dos servidores (professores, pesquisadores e técnicos) no <i>campus</i> , medido pelo número de propriedades intelectuais registradas anualmente, em relação ao número de servidores do <i>campus</i> .	Útil para avaliar a inovação no <i>campus</i> , medindo a produção de propriedade intelectual em relação ao número de servidores. Pode também refletir o impacto da pesquisa aplicada e da transferência de tecnologia, além de contribuir para a reputação do <i>campus</i> em termos de inovação.	Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 5º, inciso I; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.
5. 1.40	Pesquisa e inovação	Porcentagem do total de servidores pesquisadores do <i>campus</i> / total de servidores do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de servidores que atuam diretamente em atividades de pesquisa em relação ao total de servidores do <i>campus</i> .	Útil para avaliar o foco da instituição em inovação, produção científica e desenvolvimento de conhecimento.	Pompei <i>et al.</i> (2018)	Art. 3º, inciso II; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º; Art. 14, parágrafo 1º.
5. 1.41	Pesquisa e inovação	Porcentagem do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para pesquisa e inovação / valor total do orçamento do <i>campus</i> no ano	%	Avaliar a proporção do orçamento total do <i>campus</i> que é destinada a pesquisa e inovação.	Útil para avaliar a prioridade dada à pesquisa e inovação dentro do orçamento total do <i>campus</i> .	Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, inciso II; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º.
5. 1.42	Extensão	Total de projetos sociais desenvolvidos pelo <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Projetos por professor	Avaliar a quantidade média de projetos sociais desenvolvidos por cada professor do <i>campus</i> a cada ano, indicando seu nível de envolvimento em iniciativas de impacto social.	Útil para mensurar o papel transformador do <i>campus</i> , tanto na comunidade interna quanto na externa.	Alrashed (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VI, alínea d; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 10.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.43	Extensão	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> atuando em ONGs / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Mede o nível de engajamento social dos alunos, destacando como a instituição fomenta a formação cidadã e o compromisso social dos estudantes.	Ajuda no desenvolvimento de habilidades de liderança, trabalho em equipe, e resolução de problemas reais, além de reforçar o aprendizado prático alinhado com valores de solidariedade e impacto positivo na sociedade.	Próprio	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VI, alínea d; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 10.
5.1.44	Extensão	Total de eventos de arte e cultura no <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Eventos por professor	Avaliar o número médio de eventos culturais e artísticos promovidos pelo <i>campus</i> por professor.	Útil para avaliar o envolvimento do <i>campus</i> em atividades que promovem a cultura, a arte e o conhecimento fora da sala de aula.	Pompei <i>et al.</i> (2018) Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso V; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 10; Art. 13, parágrafo 2º.
5.1.45	Extensão	Total de eventos de educação ambiental ou sustentabilidade no <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Eventos por professor	Avaliar o número médio de eventos de educação ambiental ou sustentabilidade promovidos pelo <i>campus</i> por professor.	Útil para avaliar o envolvimento do <i>campus</i> em atividades que promovem a educação ambiental ou sustentabilidade.	Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 4º, 8º, 12. Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.46	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total da população do <i>campus</i> com proficiência em mais de um idioma / população total do <i>campus</i>	%	Avaliar a competência linguística da população do <i>campus</i> (incluindo estudantes, servidores e terceirizados), destacando a proficiência em mais de um idioma.	Útil para a promoção da internacionalização, diversidade e inclusão no ambiente acadêmico e profissional.	ISO 37122 (2019)	Art. 4º, inciso V, alínea a.
5.1.47	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos evadidos por ano / total de alunos matriculados por ano	%	Avaliar a taxa de evasão dos alunos do ensino superior do <i>campus</i> no período de um ano.	Ajuda a medir o nível de desistência ou abandono dos alunos e reflete a capacidade da instituição de reter seus estudantes durante a formação.	Francisco (2021)	Art. 7º, incisos I, II, III
5.1.48	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos retidos por ano / total de alunos matriculados por ano	%	Avaliar a taxa de retenção dos alunos do ensino superior do <i>campus</i> no período de um ano.	Ajuda a medir o nível de retenção dos alunos e reflete a capacidade da instituição de manter seus estudantes com o estudo regular.	Próprio	Art. 7º, incisos I, II, III
5.1.49	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para programas de incentivo para combater a evasão e retenção / valor total do orçamento do <i>campus</i> no ano	%	Medir a proporção do orçamento anual do <i>campus</i> que é alocada para programas de incentivo e ações direcionadas à redução da evasão e retenção escolar.	Ajuda a avaliar o comprometimento financeiro da instituição com a permanência dos alunos no <i>campus</i> e a conclusão do curso no período previsto.	Próprio	Art. 7º, incisos I, II, III
5.1.50	Ensino-aprendizagem	Quantidade de empréstimos de livros na(s) biblioteca(s) do <i>campus</i> (incluindo <i>ebooks</i>) por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	Empréstimo por aluno	Mede a frequência média de empréstimos de livros (físicos ou digitais) por aluno do ensino superior do <i>campus</i> em um ano letivo.	Útil para avaliar o engajamento dos alunos com os materiais de estudo e pesquisa.	ISO 37122 (2019)	Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alíneas a, b; Art. 5º, inciso III; Art. 6º, incisos III, VIII; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 6º, 12.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
4.1.51	Ensino-aprendizagem	Quantidade de livros disponíveis na(s) biblioteca(s) do <i>campus</i> (incluindo <i>ebooks</i>) / total de alunos ativos do <i>campus</i>	Livros por aluno	Avaliar a quantidade de recursos bibliográficos (físicos e digitais) disponíveis para apoiar o aprendizado e a pesquisa dos alunos do ensino superior do <i>campus</i> .	Útil para avaliar se a instituição está conseguindo oferecer um ambiente de aprendizado bem equipado.	ISO 37122 (2019)	Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alíneas a, b; Art. 5º, inciso III; Art. 6º, incisos III, VIII; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 6º, 12.
5.1.52	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de ambientes imersivos de aprendizagem do <i>campus</i> / total de ambientes de ensino do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de ambientes de aprendizagem imersivos em relação ao total de ambientes de ensino do <i>campus</i> . Devem ser considerados ambientes de ensino do <i>campus</i> : salas de aula, laboratórios, bibliotecas, salas de estudo, auditórios e teatros, tanto físicos como virtuais.	Útil para avaliar o investimento em tecnologias educacionais inovadoras e a preparação da instituição para o futuro da educação.	Próprio	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 5º, inciso III; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 6º, 10, 12.
5.1.53	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de ambientes de experimentação prática do <i>campus</i> / total de ambientes de ensino do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de ambientes de experimentação prática em relação ao total de ambientes de ensino do <i>campus</i> . Devem ser considerados ambientes de ensino do <i>campus</i> : salas de aula, laboratórios, bibliotecas, salas de estudo, auditórios e teatros, tanto físicos como virtuais.	Útil para a qualidade do aprendizado em disciplinas que exigem habilidades técnicas e experimentais.	Próprio	Art. 4º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 2º, 8º; Art. 8º, parágrafo 1º; Art. 9º, parágrafo 3º; Art. 11; Art. 13, parágrafo 2º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.54	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos do <i>campus</i> que são atendidos ou participam de programas de mentoria ou tutoria por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Avaliar o alcance dos programas de mentoria e tutoria e entender o nível de suporte acadêmico e pessoal oferecido aos alunos de ensino superior do <i>campus</i> .	Útil para identificar o alcance dos programas de apoio ao aluno, permitindo avaliar se esses programas estão efetivamente atingindo uma parte significativa do corpo discente.	Próprio	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VI, alínea e; Art. 5º, incisos II, III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 8º, 9º, 10, 11; Art. 7º, inciso II.
5.1.55	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total da carga horária de disciplinas ligadas à área de ciências humanas nos cursos de ciências exatas e tecnológicas do <i>campus</i> / total de carga horária dos cursos de ciências exatas e tecnológicas do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção da carga horária dedicada a disciplinas da área de humanidades dentro dos cursos de ciências exatas e tecnológicas.	Garantir uma formação mais holística e multidisciplinar, que contemple tanto as habilidades técnicas quanto as competências humanísticas e sociais.	Próprio	Art. 3º, inciso I; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
5.1.56	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos matriculados e ativos em atividades de empreendedorismo ou inovação no <i>campus</i> por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção de alunos do ensino superior que estão envolvidos em atividades de ensino sobre empreendedorismo e inovação no <i>campus</i> .	Útil para monitorar a promoção da cultura empreendedora e da inovação no <i>campus</i> .	Próprio	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VI, alínea e; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 5º, incisos I, II, III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.
5.1.57	Ensino-aprendizagem	Quantidade de alunos do <i>campus</i> participantes de projetos firmados entre o <i>campus</i> e empresas (ou indústrias) por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	Avaliar o nível de interação e colaboração entre o meio acadêmico e o setor produtivo, proporcionando oportunidades práticas para os alunos do ensino superior do <i>campus</i> .	Útil para mensurar o quanto o <i>campus</i> promove a integração entre a academia e o setor empresarial, permitindo que os alunos participem de projetos reais e adquiram experiências práticas que complementam sua formação teórica.	Próprio	Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 9º, 10; Art. 11, parágrafo 2º.

#	Área	Indicador	Unidade	Objetivo	Importância	Fonte	Relação com as novas DCNs de Engenharia
5.1.58	Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total da carga horária das disciplinas que contemplam metodologias para aprendizagem ativa nas ementas / total da carga horária das disciplinas dos cursos superiores do <i>campus</i>	%	Avaliar a proporção da carga horária total dos cursos superiores que incorpora metodologias de aprendizagem ativa nas ementas das disciplinas.	Ajuda a identificar oportunidades para aprimorar a experiência educacional, alinhando-se às melhores práticas do ensino superior.	Próprio	Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 6º; Art. 14, parágrafo 1º.
5.1.59	Social	Porcentagem do total do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para programas voltados à redução da exclusão digital / valor total do orçamento da assistência estudantil do <i>campus</i> no ano	%	Avaliar a proporção do orçamento destinada a programas que visam reduzir a exclusão digital.	Ajuda a promover a inclusão digital, essencial para o sucesso acadêmico em um mundo cada vez mais tecnológico.	Alrashed (2020) <i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VI, alínea d; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 10.
5.1.60	Administração	Porcentagem de satisfação dos estudantes em relação aos serviços administrativos do <i>campus</i>	%	Medir a satisfação dos alunos do ensino superior do <i>campus</i> em relação aos serviços administrativos oferecidos.	Serve para avaliar a qualidade e a eficiência dos serviços administrativos do <i>campus</i> .	Próprio	Art. 3º, incisos III; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b.

Fonte: Autor (2026)

5.1. Indicadores propostos

Nesta Seção é apresentado o conjunto de 60 indicadores elaborados pelo autor, destinados ao desenvolvimento, à avaliação e ao aprimoramento de *campi* inteligentes. Esses indicadores estão organizados em 13 áreas temáticas e têm por finalidade responder ao problema de pesquisa formulado na Seção 1.1.

A proposta fundamenta-se nas novas DCNs dos cursos de Engenharia, bem como nos estudos de Pompei *et al.* (2018), Alrashed (2020) e Francisco (2021), além dos documentos do DIISC (2023) e da ABNT (2020a). O conjunto contempla de forma integrada os aspectos físicos, tecnológicos, ambientais, pedagógicos, científicos e extensionistas das Instituições de Ensino Superior (IES).

5.1.1. Cobertura de rede sem fio (*Wi-Fi*) no *campus*

Uma ampla cobertura de rede sem fio no *campus* garante o uso contínuo de tecnologias educacionais, possibilitando o acesso a plataformas de aprendizagem *on-line*, ferramentas colaborativas e recursos digitais em tempo real. Essa infraestrutura favorece a integração de metodologias ativas e personalizadas de ensino, bem como o uso de laboratórios virtuais, simulações e outros recursos digitais que ampliam a capacidade de análise crítica e prática dos estudantes. Ademais, contribui para uma formação com sólida base técnica e visão holística, ao permitir o acesso a conteúdos atualizados, o desenvolvimento de soluções tecnológicas e o aprendizado contínuo, interdisciplinar e colaborativo, em consonância com as novas DCNs de Engenharia.

A cobertura de rede sem fio (*Wi-Fi*) no *campus* deve ser calculada pela área total do *campus* coberta por rede sem fio (numerador), dividida pela área total do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem. Para edifícios de múltiplos andares, considerar a área de cada andar.

5.1.2. Continuidade do serviço de *internet* no *campus*

As novas DCNs de Engenharia enfatizam a formação de profissionais que possam atuar de forma crítica, reflexiva e inovadora, dominando novas tecnologias. A continuidade da

conexão com a *internet* permite que os alunos desenvolvam suas competências técnicas em ambientes que demandam uso contínuo de recursos digitais. Isso inclui, por exemplo, acesso a laboratórios remotos, simulações, aplicações de ensino remotas e o uso de ferramentas colaborativas globais, que são importantes para formar profissionais capazes de solucionar problemas complexos e multidisciplinares.

A continuidade do serviço de *internet* no *campus* deve ser calculada pelo total de dias letivos sem nenhuma interrupção de conexão com *internet* no ano (numerador), dividido pelo total de dias letivos no ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.3. Taxa de sensores inteligentes de controle de temperatura

Os sensores inteligentes de controle de temperatura permitem um uso mais eficiente de sistemas de ar-condicionado, aquecimento e ventilação, ajustando automaticamente as condições do ambiente para economizar energia sem comprometer o conforto. São sensores que podem enviar dados para sistemas de monitoramento, alertar sobre alterações anormais e permitir a tomada de decisões à distância.

Assim, este indicador demonstra o comprometimento da instituição com o uso de soluções tecnológicas para criar ambientes de aprendizado mais saudáveis e eficientes, permitindo que os estudantes se concentrem em seu desenvolvimento intelectual sem distrações causadas por desconforto térmico. Além disso, o uso de tecnologias inteligentes no controle de recursos, como a climatização, contribui para a sustentabilidade e eficiência energética do *campus*.

As novas DCNs de Engenharia incentivam a formação de profissionais que sejam inovadores e capazes de projetar e implementar soluções tecnológicas para melhorar a qualidade de vida e o uso responsável dos recursos. Nesse contexto, a aplicação de sensores inteligentes de controle de temperatura está alinhada a esses princípios, promovendo a conscientização sobre a eficiência energética e a importância de integrar tecnologias inteligentes em soluções sustentáveis.

A taxa de sensores inteligentes de controle de temperatura deve ser calculada pelo total de ambientes de ensino do *campus* com sensores inteligentes de controle de temperatura (numerador), dividido pelo total de ambientes de ensino do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.4. Porcentagem de alunos com frequência registrada por tecnologias inteligentes

A utilização de cartões inteligentes ou reconhecimento facial para o registro de frequência automatiza e agiliza essa rotina, reduzindo erros e fraudes, além de melhorar o controle administrativo, como por exemplo a previsibilidade de refeições e lanches para alunos. Essas tecnologias liberam tempo dos professores, permitindo que esses se concentrem mais no processo de ensino-aprendizagem.

As novas DCNs de Engenharia incentivam a formação de profissionais familiarizados com tecnologias emergentes, como automação e sistemas de controle. O uso de cartões inteligentes e reconhecimento facial no *campus* dá aos alunos uma vivência prática dessas tecnologias, que têm aplicações diretas em áreas como segurança, gerenciamento de dados e IoT.

Da mesma forma, ao integrar tais tecnologias no cotidiano acadêmico, o *campus* incentiva o desenvolvimento de uma cultura tecnológica, que está alinhada com a necessidade de profissionais inovadores, capazes de implementar soluções automatizadas para melhorar a eficiência e a segurança em diferentes contextos. Essa prática também fomenta a interdisciplinaridade, unindo áreas como tecnologia da informação (TI), automação e gestão de sistemas.

A porcentagem de alunos com frequência registrada por tecnologias inteligentes deve ser calculada pelo total de alunos ativos do *campus* em que a frequência é registrada através de cartões inteligentes ou de reconhecimento facial (numerador), dividido pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.5. Taxa de sensores inteligentes de ocupação em vagas para veículos

Os sensores inteligentes de ocupação de vagas otimizam o uso dos estacionamentos, facilitando a gestão de espaço e reduzindo o tempo gasto pelos usuários do *campus* na busca

por vagas. Essa tecnologia melhora a eficiência operacional do estacionamento, diminuindo congestionamentos e promovendo um ambiente mais sustentável ao reduzir a emissão de poluentes causada por veículos em movimento. O uso desses sensores ainda demonstra a integração de tecnologias de automação, reforçando o uso prático de conceitos ensinados em cursos da área de Engenharia.

Este indicador também reflete a necessidade de formar profissionais com uma visão holística e sustentável, uma vez que a implementação de soluções tecnológicas para a gestão de recursos, como vagas de estacionamento, está alinhada com a preocupação com o meio ambiente e a eficiência dos processos. Além disso, o uso de sensores inteligentes para a gestão de vagas de estacionamento conecta os alunos diretamente com conceitos de automação, IoT e sistemas de controle, promove uma cultura de inovação e estimula a aplicação de tecnologia para resolver desafios do cotidiano em diferentes contextos urbanos e industriais.

A taxa de sensores inteligentes de ocupação em vagas para veículos deve ser calculada pelo total de vagas para veículos do *campus* com sensores inteligentes de ocupação de vagas (numerador), dividido pelo total de vagas para veículos disponíveis no *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.6. Dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por aluno

O acesso a dispositivos como computadores, *laptops* e *tablets* permite que os alunos, por exemplo, utilizem plataformas digitais para ver conteúdos didáticos, participem de atividades interativas, realizem simulações, desenvolvam habilidades digitais e colaborem em projetos. A disponibilidade desses dispositivos no *campus* também possibilita a implementação de metodologias de ensino interativas, como aprendizagem baseada em projetos, ensino híbrido e cursos *online*.

Uma alta proporção de dispositivos por aluno indica que os estudantes têm melhor acesso às tecnologias necessárias para complementar suas atividades acadêmicas, o que pode melhorar o engajamento, a produtividade e a qualidade do aprendizado.

As novas DCNs de Engenharia destacam a importância do uso de tecnologias digitais na formação dos profissionais, promovendo o desenvolvimento de habilidades técnicas, inovadoras e multidisciplinares, além da necessidade de prepará-los para pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias.

O indicador de dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por aluno deve ser calculado pela quantidade de computadores, *laptops*, *tablets* ou outros dispositivos de aprendizagem digital para uso dos alunos no *campus* (numerador), dividida pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em dispositivos por aluno.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.7. Porcentagem de alunos com acesso à *internet* em seus domicílios

Alunos com acesso à *internet* em seus domicílios podem continuar suas atividades educacionais, acessar materiais complementares, participar de plataformas colaborativas e realizar pesquisas a qualquer momento. Isso amplia as possibilidades de aprendizagem autônoma, desenvolvimento de projetos, participação em aulas remotas, fortalece a capacidade dos alunos de se adaptarem a diferentes contextos tecnológicos e possibilita um ambiente de ensino-aprendizagem mais flexível e acessível.

As novas DCNs de Engenharia enfatizam, por exemplo, a necessidade de integrar tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem, o aprendizado autônomo, o estímulo ao uso de metodologias para aprendizagem ativa, a importância de pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias. Nesse sentido, o acesso à *internet* através dos seus próprios domicílios, facilita a aplicação de todos esses aspectos por parte dos estudantes.

A porcentagem de alunos com acesso à *internet* em seus domicílios deve ser calculada pelo total de alunos ativos do *campus* com acesso à *internet* em seus domicílios (numerador) dividido pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.8. Taxa de acessibilidade de edifícios do *campus*

Um edifício acessível proporciona benefícios não apenas para as pessoas com deficiência, mas para toda a sociedade. A acessibilidade contribui para a inclusão social e o respeito à diversidade, promovendo a autonomia e a independência das pessoas com deficiência.

No Brasil, a Lei de Acessibilidade (Lei nº 10.098/2000) e a Norma ABNT NBR 9050 estabelecem as diretrizes e os requisitos técnicos para a acessibilidade em edificações, garantindo que todos os espaços sejam adequados e seguros para o uso de pessoas com deficiência. Um *campus* acessível permite que todos os alunos, professores, funcionários e demais usuários, independentemente de suas condições físicas, tenham pleno acesso aos espaços acadêmicos, de pesquisa e convivência.

Nesse sentido, este indicador mede a porcentagem de edifícios do *campus* que são acessíveis para todas as pessoas portadoras de deficiências ou com mobilidade reduzida. É importante para avaliar o compromisso da instituição com a inclusão e com a criação de um ambiente acessível para todos.

Conforme a norma ABNT NBR 9050 (ABNT, 2020b), para ser considerado acessível, um edifício deve possuir rampas de acesso, elevadores adaptados, banheiros acessíveis, sinalização tátil, piso tátil, vagas de estacionamento reservadas, entre outras adaptações que facilitam a locomoção e o uso por pessoas com diferentes necessidades.

Já as novas DCNs de Engenharia abordam sobre a capacidade de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver problemas de maneira criativa. Isso inclui a capacidade de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais e ambientais.

A taxa de acessibilidade de edifícios do *campus* deve ser calculada pelo total de edifícios do *campus* acessíveis para pessoas portadoras de deficiências ou com mobilidade reduzida (numerador), dividido pelo total de edifícios do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.9. Porcentagem de licenças de *softwares* de simulação disponíveis

O uso de *softwares* de simulação e modelagem computacional permite que os alunos analisem e otimizem o desempenho de sistemas e produtos antes mesmo de construí-los

fisicamente. Isso ajuda a desenvolver habilidades de análise crítica e resolução de problemas em um ambiente virtual, além do próprio conhecimento das ferramentas tecnológicas, nesse caso os *softwares*. Esses aspectos são incentivados pelas novas DCNs de Engenharia.

Assim, este indicador mede a proporção de licenças de *softwares* especializados em simulação e modelagem computacional, como CAD (*Computer-Aided Design* – Design Assistido por Computador), CAE (*Computer-Aided Engineering* – Engenharia Assistida por Computador) e *softwares* de simulação de processos, disponíveis para os alunos.

Um alto valor deste indicador sugere que os alunos têm acesso a ferramentas de simulação e modelagem, o que pode enriquecer sua formação acadêmica e melhorar os resultados de aprendizagem. Além disso, pode contribuir para prepará-los melhor para o mercado de trabalho, no qual essas habilidades são amplamente valorizadas.

A porcentagem de licenças de *softwares* de simulação disponíveis deve ser calculada pela quantidade total de licenças de *softwares* de simulação ou modelagem computacional instaladas e disponíveis para alunos do *campus* (numerador), dividida pela quantidade total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em licenças por aluno.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.10. Taxa de cobertura por extintor

A presença de extintores aptos ao uso e em conformidade com as normas de segurança é essencial para garantir um ambiente seguro no *campus*. A segurança contra incêndios está diretamente relacionada à continuidade das atividades acadêmicas, protegendo as partes interessadas e as instalações físicas do *campus*. A adoção de sistemas de segurança eficientes, incluindo a correta manutenção de extintores, demonstra um compromisso com o bem-estar da comunidade acadêmica e a prevenção de acidentes.

As novas DCNs de Engenharia destacam a importância de se considerar os aspectos de segurança e saúde no trabalho no processo formativo dos alunos. Este indicador também proporciona aos estudantes uma experiência prática com aspectos de segurança ocupacional, prevenção de riscos e gestão de recursos de infraestrutura. Estar em um ambiente que preza

pela segurança e a prevenção de acidentes forma profissionais mais conscientes e preparados para implementar soluções seguras em suas futuras carreiras.

A taxa de cobertura por extintor deve ser calculada pela área total construída do *campus* (numerador), dividida pela quantidade total de extintores (denominador). O resultado deve ser expresso em metro quadrado (m²) por extintor.

5.1.11. Porcentagem de edifícios com sistemas automáticos de combate a incêndio

Os sistemas automáticos de combate contra incêndio são conjuntos de dispositivos e tecnologias projetados para detectar e extinguir incêndios sem a necessidade de intervenção humana direta como, por exemplo, os sistemas de *sprinklers* automáticos. Assim, a presença desses sistemas em edifícios do *campus*, em conjunto com os extintores, é importante para garantir a segurança de todos os seus usuários. E, conforme mencionado nas novas DCNs de Engenharia, os aspectos de segurança e saúde no trabalho devem ser considerados na formação dos futuros profissionais.

No *campus*, os sistemas automáticos de combate contra incêndio são parte da infraestrutura de segurança integrada, que inclusive pode ser monitorada remotamente para garantir a detecção e resposta rápida em situações de emergência, minimizando riscos e permitindo que o foco permaneça no desenvolvimento educacional.

A porcentagem de edifícios com sistemas automáticos de combate a incêndio deve ser calculada pelo total de edifícios com sistemas automáticos e operantes de combate a incêndio (numerador), dividida pelo total de edifícios do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.12. Porcentagem de ambientes com mapa de riscos disponíveis publicamente

O mapa de riscos consiste em representação gráfica do reconhecimento dos riscos existentes nos diversos locais de trabalho (Brasil, 1992). A disponibilização pública desses mapas em diversos ambientes do *campus* promove uma cultura de segurança e conscientização, facilitando a prevenção de acidentes.

Em um *campus* inteligente, os mapas podem ser integrados a sistemas digitais acessíveis por dispositivos móveis, permitindo a rápida identificação de áreas de risco, rotas de evacuação e a localização de equipamentos de segurança, como extintores e alarmes. Essa

funcionalidade é especialmente relevante para ambientes laboratoriais, onde o cumprimento das normas de segurança é essencial para prevenir acidentes e assegurar uma resposta eficaz em situações críticas.

As novas DCNs de Engenharia enfatizam a formação de profissionais com competência na área de segurança e saúde no trabalho. A criação e a disponibilização de mapas de riscos no *campus* refletem essa condição, permitindo que os alunos se familiarizem com práticas essenciais de segurança e gestão de riscos. Essa iniciativa também educa alunos e demais usuários do *campus* sobre gestão de riscos, preparando-os para reconhecer e mitigar potenciais ameaças.

Além disso, os alunos têm a oportunidade de participar da criação ou análise desses mapas, aplicando conhecimentos de áreas como segurança ocupacional, gestão de riscos e *design* de infraestrutura.

A porcentagem de ambientes com mapas de riscos disponíveis publicamente deve ser calculada pelo total de ambientes do *campus* que possuem mapas de riscos disponíveis publicamente (numerador), dividido pelo total de ambientes do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.13. Área de ambientes de atividade física por aluno

As novas DCNs de Engenharia orientam a formação de profissionais com consciência social e responsabilidade, preparados para promover saúde, segurança e qualidade de vida nos ambientes de trabalho. Nesse sentido, a existência de espaços físicos dedicados à prática esportiva e ao lazer no *campus* contribui para o desenvolvimento dessas competências, permitindo que os estudantes vivenciem, em sua própria trajetória acadêmica, a importância de ambientes saudáveis e produtivos. Essa vivência fortalece o compromisso com a implementação de práticas semelhantes em suas futuras atuações profissionais.

O indicador de área de ambientes de atividade física por aluno deve ser calculado pela área total dos ambientes de atividade física (numerador), dividida pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso metro quadrado (m²) por aluno.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

Já os ambientes de atividade física podem ser: ginásio ou quadra poliesportiva, academia (*fitness center* ou centro de treinamento), campo de futebol, pista de atletismo, sala atividades físicas, estúdio de *yoga* ou pilates, sala de ginástica, piscinas, dentre outros ambientes utilizados para prática de atividades físicas ou esportivas.

5.1.14. Taxa de ocupação das vagas ofertadas

A taxa de ocupação das vagas ofertadas é um indicador que avalia a eficiência do *campus* em preencher suas vagas disponíveis. Uma alta taxa de ocupação pode indicar uma boa percepção do *campus* por parte dos alunos e da sociedade, enquanto uma baixa taxa pode apontar possíveis problemas relacionados à atratividade dos cursos do *campus*, divulgação, infraestrutura ou até mesmo à relevância das diretrizes pedagógicas adotadas.

Nesse sentido, as novas DCNs de Engenharia ressaltam que o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e a gestão institucional devem considerar a eficiência na alocação de recursos e a sustentabilidade dos cursos. A ocupação eficiente das vagas relaciona-se à otimização do uso da infraestrutura, do corpo docente e dos demais recursos das instituições de ensino superior. Assim, a taxa de ocupação configura-se como um instrumento estratégico para avaliar e ajustar a capacidade formativa do *campus*, assegurando coerência entre a oferta de vagas, a demanda estudantil e a sustentabilidade da formação com qualidade e responsabilidade social.

Garantir que as vagas sejam adequadamente ocupadas é igualmente relevante para justificar os investimentos realizados e para manter um ambiente acadêmico dinâmico e produtivo para o processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, o indicador de taxa de ocupação permite identificar o equilíbrio entre a oferta de vagas e a demanda estudantil, subsidiando ajustes na gestão de matrículas e, quando necessário, na capacidade de oferta, de modo a atender de forma mais eficaz às necessidades do mercado e da sociedade.

A taxa de ocupação das vagas ofertadas deve ser calculada pelo total de alunos matriculados por ano (numerador), dividido pelo total de vagas ofertadas no *campus* por ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.15. Taxa de conclusão anual

A taxa de conclusão anual avalia a eficiência do *campus* em formar alunos dentro do período esperado, identificando possíveis gargalos no processo educacional. A análise desse indicador pode auxiliar na identificação de pontos de melhoria na gestão acadêmica e nos sistemas de acompanhamento e orientação pedagógica dos alunos, garantindo que o processo de ensino-aprendizagem esteja sendo eficaz. Além disso, um bom índice de conclusão reflete na reputação do *campus*, mostrando que ele utiliza eficientemente seus recursos educacionais e de infraestrutura.

Este indicador está diretamente vinculado ao sucesso da implementação das novas DCNs de Engenharia, pois reflete como o *campus* organizou seus cursos para apoiar a trajetória do aluno até a conclusão, assegurando o desenvolvimento das competências dos egressos e promovendo ações que contribuam para a redução da evasão e a permanência dos estudantes, por meio de sistemas de acolhimento e nivelamento.

A taxa de conclusão anual deve ser calculada pelo total de alunos formados no *campus* por ano (numerador), dividido pelo total de vagas ofertadas no *campus* por ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Para o cálculo do indicador, devem ser considerados apenas os cursos completamente integralizados.

5.1.16. Taxa de alunos com atividade laboral remunerada

Este indicador avalia a proporção de alunos ativos no *campus* que participam de atividades laborais remuneradas, incluindo bolsas de estudos, estágios ou empregos. É relevante para entender o perfil socioeconômico dos alunos e identificar como a conciliação entre trabalho e estudos pode impactar o desempenho acadêmico e a conclusão do curso.

Ao compreender quantos alunos trabalham, o *campus* pode desenvolver estratégias que conciliem as demandas profissionais e acadêmicas, adaptando o currículo para melhor atender a esses estudantes e promovendo um ambiente educacional mais inclusivo, que garanta oportunidades de sucesso acadêmico e profissional para todos. Além disso, esse indicador pode subsidiar a formulação de políticas de apoio ao estudante, tais como a flexibilização de horários, a adoção de modalidades de ensino híbrido ou a distância, bem

como a implementação de programas de estágio e o estabelecimento de parcerias com o mercado de trabalho.

De forma geral, as novas DCNs de Engenharia destacam a importância de uma formação que prepare o aluno para atuar de maneira competente no mercado de trabalho e na sociedade. A taxa de alunos com atividade laboral remunerada está relacionada a esse objetivo, uma vez que reflete o engajamento prático da instituição e dos estudantes com o mundo profissional.

A taxa de alunos com atividade laboral remunerada deve ser calculada pelo total de alunos ativos do *campus* com atividade laboral remunerada na área de sua formação universitária (numerador), dividida pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.17. Proporção de alunos por professor

Este indicador mede a razão entre o número de alunos e o número de professores no *campus*. Uma relação adequada entre alunos e professores é fundamental para garantir um ambiente de aprendizado eficaz, pois influencia a qualidade do ensino, a atenção individualizada que os alunos recebem e o suporte acadêmico disponível. Um alto número de alunos por professor pode indicar a necessidade de turmas menores ou de mais recursos de apoio, como assistentes de ensino ou plataformas de aprendizado *online*.

As novas DCNs de Engenharia enfatizam a importância de uma formação acadêmica de qualidade, fundamentada no desenvolvimento de competências e centrada no aluno. Um ambiente no qual há uma relação aluno/professor equilibrada permite que os professores desempenhem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem, facilitando a orientação e o acompanhamento contínuo dos alunos e contribuindo, dessa forma, para um aprendizado mais efetivo e integral.

A proporção de aluno por professor deve ser calculada pelo total de alunos ativos do *campus* (numerador), dividido pelo total de professores do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em alunos por professor.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.18. Horas de formação e desenvolvimento por professor

Esse indicador mede a quantidade média de horas de capacitação e desenvolvimento dos docentes do *campus* por ano. Ele engloba atividades de treinamentos, capacitações, pós-graduações, congressos, seminários, *workshops*, formação acadêmica e pedagógica, atualização em metodologias de ensino, tecnologias educacionais e outras iniciativas de desenvolvimento profissional.

É importante para avaliar o investimento do *campus* na capacitação contínua de seus professores, o que é fundamental para manter a qualidade do ensino e a atualização das práticas pedagógicas. Assim uma alta média de horas de formação por docente indica um compromisso com a excelência acadêmica e a melhoria contínua do corpo docente, o que, por sua vez, beneficia diretamente os alunos.

As novas DCNs de Engenharia exigem um programa permanente de formação e desenvolvimento do corpo docente para garantir o alinhamento com o Projeto Pedagógico do Curso (PPC). As diretrizes ainda enfatizam a importância do aprimoramento pedagógico dos professores e o uso de metodologias ativas, com foco no desenvolvimento das competências exigidas para os egressos.

O indicador de horas de formação e desenvolvimento por professor deve ser calculado pelo total de horas de formação e desenvolvimento do corpo docente do *campus* por ano (numerador), dividido pelo total de professores do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em horas de formação por professor.

5.1.19. Geração de resíduos não recicláveis *per capita*

Este indicador mede a quantidade média de resíduos não recicláveis gerados por pessoa no *campus* em um ano. Ele avalia a eficiência das práticas de gerenciamento de resíduos e a adesão à sustentabilidade ambiental, ajudando a identificar oportunidades para redução de resíduos e adoção de práticas mais ecológicas. Também auxilia na conscientização

sobre a geração de resíduos e incentiva a comunidade acadêmica a adotar práticas mais sustentáveis, como a redução do consumo de materiais descartáveis e o aumento da reciclagem.

Além disso, o acompanhamento desse indicador pode levar à implementação de iniciativas que minimizem os resíduos não recicláveis, promovendo um ambiente de aprendizado comprometido com a responsabilidade ambiental.

A redução de resíduos e a promoção da sustentabilidade estão alinhadas com a formação de profissionais comprometidos com o desenvolvimento sustentável e com a responsabilidade social, conforme enfatizado pelas novas DCNs de Engenharia.

O indicador de geração de resíduos não recicláveis *per capita* deve ser calculado pelo total anual de resíduos não recicláveis gerados no *campus* (numerador), dividido pela população total do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em quilogramas (kg) *per capita*.

5.1.20. Geração de resíduos recicláveis *per capita*

Este indicador mede a quantidade média de resíduos recicláveis gerados por pessoa no *campus* em um ano. Assim como o indicador de resíduos não recicláveis, ele avalia a eficiência das práticas de gerenciamento de resíduos e a adesão à sustentabilidade, ajudando a identificar oportunidades para redução de resíduos e adoção de práticas mais ecológicas no *campus*.

Promover a reciclagem e uma gestão ambiental responsável é essencial em um *campus* universitário, que deve educar e conscientizar a comunidade sobre a importância da sustentabilidade. Este indicador não apenas permite que a instituição avalie suas práticas de reciclagem, mas também cria um ambiente que incentiva o comportamento ambientalmente responsável.

A análise dos resíduos recicláveis *per capita* pode levar à implementação de campanhas educacionais e de infraestrutura para reciclagem, contribuindo para o compromisso do *campus* com práticas sustentáveis, aspectos esses abordados nas novas DCNs de Engenharia.

O indicador de geração de resíduos recicláveis *per capita* deve ser calculado pelo total anual de resíduos recicláveis gerados no *campus* (numerador), dividido pela população total do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em quilogramas (kg) *per capita*.

5.1.21. Taxa de destinação correta de resíduos no *campus*

Este indicador mede a porcentagem de resíduos gerados no *campus* que são destinados de maneira ambientalmente correta, ou seja, que passam por processos de reciclagem, compostagem, que são enviados para aterros sanitários ou outras formas de manejo que minimizam o impacto ambiental. A gestão adequada dos resíduos é essencial para promover a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental dentro da instituição.

Além de reduzir o impacto ambiental, esse indicador pode servir como uma ferramenta educativa, promovendo a conscientização sobre a importância da reciclagem e do consumo responsável entre as partes interessadas no *campus*.

De forma geral, as novas DCNs de Engenharia abordam a importância da formação de profissionais que estejam cientes de suas responsabilidades ambientais e sociais. Este indicador está diretamente alinhado a essa diretriz, pois reflete o comprometimento da instituição em formar profissionais que atuem de maneira responsável em relação ao meio ambiente.

A taxa de destinação correta de resíduos no *campus* deve ser calculada pelo total de resíduos gerados no *campus* com destino final ambientalmente correto (numerador), dividido pelo total de resíduos gerados no *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.22. Consumo de água *per capita*

Este indicador mede a quantidade média de água consumida por pessoa no *campus* ao longo de um ano. É útil para monitorar o consumo de água e implementar medidas que promovam a redução do desperdício e a conscientização dos usuários sobre práticas de uso consciente.

A Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda um consumo médio de 110 litros de água por pessoa por dia para atender às necessidades básicas. Esse valor é considerado suficiente para higiene pessoal, consumo e outras atividades domésticas essenciais, de acordo com o Instituto Trata Brasil (Instituto Trata Brasil, 2021).

Um alto consumo de água por pessoa pode indicar a necessidade de implementar medidas de economia de água, como a instalação de dispositivos de baixo consumo, campanhas de conscientização sobre o uso racional da água e a reutilização de água para fins

não potáveis. Reduzir o consumo de água é essencial para criar um ambiente mais sustentável e consciente, alinhado com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Monitorar o consumo anual de água permite avaliar se o *campus* está promovendo práticas sustentáveis e educando os alunos sobre a importância da gestão adequada dos recursos hídricos, uma vez que as novas DCNs de Engenharia destacam a importância de considerar aspectos ambientais e de desenvolver competências voltadas para a sustentabilidade.

O consumo de água *per capita* deve ser calculado pelo consumo anual de água do *campus* (numerador), dividido pela população total *campus* (denominador). O resultado deve expresso em metros cúbicos (m³) *per capita*.

5.1.23. Taxa de captação e reutilização de água no *campus*

Este indicador mede a porcentagem da água consumida no *campus* que é captada e reutilizada, incluindo água de chuva, tratamento de efluentes e outras fontes de reaproveitamento. Uma alta porcentagem de água captada e reutilizada indica que o *campus* está implementando estratégias eficazes de conservação de água. Isso não só ajuda a preservar os recursos hídricos, mas também reduz os custos operacionais associados ao consumo de água.

Além desses benefícios, o cálculo da taxa de reutilização de água no *campus* fomenta a conscientização da comunidade acadêmica sobre o consumo responsável de água e incentiva o desenvolvimento de projetos e tecnologias voltadas para a sustentabilidade, conforme enfatizam as novas DCNs de Engenharia.

A taxa de captação e reutilização de água no *campus* deve ser calculada pelo total de água do *campus* captada e reutilizada por ano (numerador), dividido pelo consumo anual de água do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.24. Taxa de sensores inteligentes de consumo de água

Os sensores inteligentes de consumo de água são dispositivos equipados com tecnologias que permitem a coleta e análise de dados sobre o consumo de água em tempo real, ajudando a identificar padrões de uso, detectar vazamentos e desperdícios e otimizar a gestão

dos recursos hídricos. Esses sensores podem ser integrados a sistemas de gestão da água, fornecendo informações detalhadas e precisas que subsidiam a tomada de decisões voltadas à conservação e ao uso eficiente desse recurso.

Assim, este indicador mede a porcentagem de medidores de água no *campus* que são equipados com sensores inteligentes e reflete o grau de automação e monitoramento no sistema de gestão hídrica do *campus*. Além disso, os dados coletados pelos sensores podem ser utilizados em projetos acadêmicos, estimulando os alunos a desenvolverem soluções baseadas em dados reais e promoverem práticas de sustentabilidade e inovação, questões presentes nas novas DCNs de Engenharia.

A taxa de sensores inteligentes de consumo de água deve ser calculada pelo total de sensores inteligentes de consumo de água instalados no *campus* (numerador), dividido pelo total de medidores de consumo de água do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.25. Taxa de torneiras com sensor de presença

As torneiras com sensor de presença ajudam a reduzir o desperdício de água no *campus*, pois são ativadas apenas quando necessário, desligando automaticamente quando não estão em uso. Isso não só contribui para a conservação da água, mas também melhora a higiene, reduzindo o contato físico com as torneiras.

De forma geral, as novas DCNs de Engenharia valorizam uma formação que considera aspectos de sustentabilidade e responsabilidade ambiental. Dessa forma, este indicador reflete o esforço do *campus* em implementar tecnologias de economia hídrica, que minimizam o uso desnecessário e ajudam a conscientizar a comunidade acadêmica sobre o consumo responsável. Além disso, promove a criação de um ambiente sustentável, mostrando na prática o impacto das tecnologias no gerenciamento de recursos naturais.

A taxa de torneiras com sensor de presença deve ser calculada pelo total de torneiras com sensor de presença instaladas no *campus* (numerador), dividida pelo total de torneiras instaladas no *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.26. Taxa de vasos sanitários à vácuo

Este indicador mede a porcentagem de vasos sanitários no *campus* que utilizam a tecnologia de descarga a vácuo, que reduz o consumo de água em comparação com sistemas convencionais. Ele permite avaliar o grau de implementação de soluções na área de saneamento mais eficientes e sustentáveis no *campus*.

Além de reduzir o uso de água potável, esse tipo de tecnologia contribui para a educação ambiental da comunidade acadêmica e serve como exemplo de práticas sustentáveis que podem ser exploradas em projetos educacionais, promovendo o desenvolvimento de soluções ambientalmente conscientes. Uma formação voltada para questões ambientais converge com as novas DCNs de Engenharia.

A taxa de vasos sanitários à vácuo deve ser calculada pelo total de vasos sanitários à vácuo do *campus* (numerador), dividido pelo total de vasos sanitários instalados no *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.27. Consumo de papel *per capita*

Este indicador mede o consumo anual de papel no *campus* por aluno ativo, refletindo o impacto ambiental e a dependência de recursos físicos no dia a dia acadêmico. Ele permite monitorar o uso de papel e identificar oportunidades para reduzir o consumo, promovendo práticas mais sustentáveis.

Um alto consumo de papel por aluno pode indicar a necessidade de implementar práticas mais sustentáveis, como a digitalização de documentos, o uso de plataformas de ensino *online* e a promoção de uma cultura de redução de desperdício.

Reduzir o consumo de papel não só ajuda a preservar os recursos naturais, mas também pode reduzir os custos operacionais associados à compra e descarte de papel. Além disso, contribui para a conscientização dos alunos e fomenta uma cultura de responsabilidade ambiental, sendo esse um aspecto abordado nas novas DCNs de Engenharia.

O consumo de papel *per capita* deve ser calculado pelo total de resmas de papel consumidas no *campus* por ano (numerador), dividido pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em resmas por aluno.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.28. Taxa de cobertura vegetal do *campus*

A cobertura vegetal é um elemento importante para a sustentabilidade em um *campus* universitário, pois contribui para o conforto térmico, melhora a qualidade do ar, promove a biodiversidade e oferece espaços de convivência para alunos e funcionários. Além disso, áreas verdes são importantes para reduzir o impacto ambiental e podem ser utilizadas em projetos de pesquisa e educação ambiental.

Este indicador mede a porcentagem da área total do *campus* que é coberta por vegetação, incluindo jardins, parques, áreas de preservação, e qualquer outro espaço verde. Ele reflete o compromisso do *campus* com a integração de espaços naturais, promovendo um ambiente mais sustentável e saudável para a comunidade acadêmica, alinhando-se com as novas DCNs de Engenharia.

A taxa de cobertura vegetal do *campus* deve ser calculada pela da área do *campus* coberta por vegetação (numerador), dividida pela área total do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.29. Porcentagem do orçamento do *campus* destinado à sustentabilidade

Este indicador mede a proporção do orçamento anual do *campus* que é dedicada a iniciativas de sustentabilidade, incluindo programas de eficiência energética, redução de resíduos, conservação de água, criação e manutenção de áreas verdes, entre outros.

Reflete a prioridade dada à sustentabilidade, pois um orçamento destinado a essas práticas permite implementar programas de conscientização, melhorias na infraestrutura, e pesquisa em inovação sustentável. Além de reduzir o impacto ambiental do *campus*, esse investimento cria um ambiente de aprendizado que inspira alunos e docentes a adotarem e promoverem práticas sustentáveis, aspectos abordados nas novas DCNs de Engenharia.

A porcentagem do orçamento do *campus* destinado à sustentabilidade deve ser calculada pelo total do orçamento anual do *campus* destinado para esforços de

sustentabilidade (numerador), dividido pelo valor total do orçamento do *campus* no ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.30. Porcentagem de energia consumida no *campus* gerada por fontes renováveis

Este indicador mede a porcentagem da energia total consumida no *campus* que é proveniente de fontes renováveis, tais como energia solar, eólica, biomassa ou hidrelétrica. Valores elevados desse indicador refletem o compromisso institucional com a adoção de práticas sustentáveis e com a transição para uma matriz energética mais limpa, reduzindo a dependência de fontes fósseis e contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Dessa forma, o uso de energias renováveis no ambiente universitário favorece a preservação dos recursos naturais e o alinhamento do *campus* às agendas globais de sustentabilidade e combate às mudanças climáticas.

O uso de fontes renováveis também serve como exemplo prático e inspira a comunidade acadêmica a adotar práticas ambientais responsáveis, além de incentivar a pesquisa e projetos voltados para tecnologias limpas e energias renováveis. Nesse contexto, o *campus* inteligente passa a atuar como espaço de experimentação e inovação, incentivando projetos interdisciplinares, a formação de competências técnicas e a consciência ambiental dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de competências relacionadas à sustentabilidade, à inovação e à responsabilidade socioambiental previstas nas novas DCNs de Engenharia.

A porcentagem de energia consumida no *campus* gerada por fontes renováveis deve ser calculada pelo total de energia consumida anualmente no *campus* que é gerada através de fontes de energias renováveis (numerador), dividido pelo total de energia consumida no *campus* por ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.31. Taxa de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes

Este indicador mede a porcentagem de aparelhos de ar-condicionado instalados no *campus* que são classificados como energeticamente eficientes (classe A⁵). Aparelhos com essa classificação consomem menos energia para operar, contribuindo para a redução do uso de eletricidade e o controle de custos. Além disso, servem como exemplos práticos de soluções tecnológicas voltadas à eficiência energética, sensibilizando a comunidade acadêmica para a importância do uso responsável da energia e estimulando o desenvolvimento de projetos relacionados à sustentabilidade e à inovação tecnológica.

Uma alta porcentagem de aparelhos de “classe A” indica que o *campus* está adotando práticas sustentáveis e investindo em tecnologias que promovem a eficiência energética, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e a preservação dos recursos naturais.

A adoção de equipamentos eficientes apoia o desenvolvimento de competências técnicas e ambientais, preparando os estudantes para priorizar soluções tecnológicas sustentáveis e responsáveis em suas práticas profissionais, alinhando-se às novas DCNs de Engenharia para um ensino comprometido com o meio ambiente.

A taxa de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes deve ser calculada pelo total de aparelhos de ar-condicionado do *campus* energeticamente eficientes (classe A) (numerador), dividido pelo total de aparelhos de ar-condicionado do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.32. Taxa de estações de carregamento para veículos elétricos

Este indicador mede a porcentagem de vagas de estacionamento no *campus* que estão equipadas com estações de carregamento para veículos elétricos. Ele serve para avaliar a infraestrutura disponível para suportar a mobilidade elétrica dentro do *campus*, promovendo a sustentabilidade e a adoção de tecnologias limpas.

Um valor elevado desse indicador sugere que o *campus* está adequadamente estruturado para suportar o uso de veículos elétricos, o que pode estimular sua adoção pelos usuários e promover uma cultura institucional voltada à sustentabilidade. Ademais, essa

⁵ Conforme Portaria nº 234, de 29 de junho de 2020, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) - <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/portaria-234-29-de-junho-de-2020.pdf>

infraestrutura pode atuar como exemplo prático para os estudantes, demonstrando a aplicação de tecnologias sustentáveis no ambiente universitário.

A implementação de estações de carregamento para veículos elétricos no *campus* alinha-se ao objetivo de desenvolver profissionais com uma visão ambientalmente responsável, promovendo o uso de tecnologias limpas e sustentáveis, conforme os princípios estabelecidos nas novas DCNs de Engenharia.

A taxa de estações de carregamento para veículos elétricos deve ser calculada pelo total de estações de carregamento para veículos elétricos no *campus* (numerador), dividido pelo total de vagas para veículos disponíveis no *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.33. Taxa de ambientes com iluminação natural

Este indicador mede a porcentagem dos ambientes no *campus* que foram projetados ou adaptados para permitir o uso de luz natural. Serve para avaliar a eficiência do *design* arquitetônico dos ambientes do *campus* em termos de aproveitamento da iluminação natural, o que pode contribuir para a sustentabilidade, uma vez que o uso da luz natural reduz a dependência de iluminação artificial, resultando em economia de energia e redução da pegada de carbono do *campus*.

Um alto valor deste indicador sugere que o *campus* está projetado para maximizar o uso da luz natural, reduzindo seus custos de energia e também servindo como um exemplo prático para os alunos sobre a importância do *design* sustentável, conforme enfatizam as novas DCNs de Engenharia.

A taxa de ambientes com iluminação natural deve ser calculada pelo total de ambientes fechados do *campus* que utilizam luz natural (numerador), dividido pela quantidade total de ambientes fechados do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Para o cálculo do indicador, podem ser considerados ambientes com iluminação natural os espaços com janelas, claraboias ou outras estruturas que maximizem a iluminação natural, desde que reduzam a necessidade de luz artificial.

5.1.34. Taxa de ambientes com ventilação natural

A ventilação natural é uma estratégia sustentável que pode contribuir para melhorar a qualidade do ar interno e reduzir a dependência de sistemas de climatização artificial, diminuindo o consumo de energia.

Este indicador mede a porcentagem dos ambientes no *campus* que foram projetados ou adaptados para permitir a ventilação natural, utilizando janelas, aberturas ou sistemas arquitetônicos que facilitam a circulação de ar. Ele ajuda a avaliar o compromisso do *campus* com práticas de sustentabilidade.

A implementação de espaços com ventilação natural no *campus* prepara os alunos para compreenderem e aplicarem princípios de *design* sustentável, promovendo a eficiência energética e o respeito ao meio ambiente, conforme competências descritas nas novas DCNs de Engenharia.

A taxa de ambientes com ventilação natural deve ser calculada pelo total de ambientes fechados do *campus* que utilizam ventilação natural (numerador), dividido pela quantidade total de ambientes fechados do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.35. Taxa de ambientes com sensores inteligentes de iluminação

A instalação de sensores inteligentes de iluminação é uma prática sustentável que promove a economia de energia e a redução de custos operacionais em um *campus* universitário, uma vez que esses dispositivos permitem o uso automático da iluminação apenas quando necessário. Assim, este indicador mede a porcentagem dos ambientes do *campus* que utilizam sensores inteligentes de iluminação, como sensores de presença ou sensores de luminosidade.

O uso de sensores inteligentes para iluminação no *campus* demonstra um compromisso com a sustentabilidade e com a formação de profissionais capacitados para desenvolver e aplicar soluções tecnológicas que atendam aos desafios ambientais. Esses aspectos são abordados nas novas DCNs de Engenharia.

A taxa de ambientes com sensores inteligentes de iluminação deve ser calculada pelo total de ambientes do *campus* com sensores inteligentes de iluminação (numerador), dividido

pelo total de ambientes do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.36. Taxa de medidores inteligentes de consumo de energia

Os medidores inteligentes ajudam a identificar padrões de uso, detectar desperdícios e implementar estratégias de eficiência energética. Nesse sentido, este indicador mede a porcentagem de medidores de energia no *campus* que são inteligentes, permitindo monitoramento em tempo real e coleta de dados detalhados sobre o consumo de energia. Serve para avaliar a implementação de tecnologias avançadas de monitoramento e gestão de energia, que podem contribuir para a eficiência energética e a sustentabilidade do *campus*.

O uso de medidores inteligentes para consumo de energia ajuda a formar alunos conscientes das vantagens da automação e da análise de dados no gerenciamento de recursos, alinhando-se com as novas DCNs de Engenharia para promover profissionais comprometidos com a inovação sustentável e a responsabilidade ambiental.

A taxa de medidores inteligentes de consumo de energia deve ser calculada pelo total de medidores inteligentes de consumo de energia do *campus* (numerador), dividido pela quantidade total de medidores de consumo de energia do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.37. Taxa de veículos com emissão zero *per capita*

A adoção de veículos com emissão zero é uma prática que contribui para a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental. Esse indicador demonstra o esforço do *campus* em promover alternativas de transporte limpas e ambientalmente responsáveis. Além disso, a presença desses veículos incentiva a conscientização sobre mobilidade sustentável e pode servir como base para projetos acadêmicos focados em tecnologias de transporte ecológico e eficiência energética.

Assim, este indicador mede a proporção de veículos com emissão zero (como bicicletas e veículos elétricos, por exemplo) utilizados para o deslocamento de pessoas até o *campus* em relação à população total do *campus*.

A promoção de veículos com emissão zero no *campus* está alinhada com os princípios da formação de profissionais conscientes e comprometidos com soluções tecnológicas que respeitam o meio ambiente, conforme estabelecido nas novas DCNs de Engenharia.

A taxa de veículos com emissão zero *per capita* deve ser calculada pelo total de veículos com emissão zero no *campus* (numerador), dividido pela população total do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em veículos *per capita*. Para o cálculo do indicador, não devem ser incluídos veículos de visitantes.

5.1.38. Taxa de participação de alunos em *startups*

O apoio a *startups* nos ambientes acadêmicos permite que os estudantes desenvolvam competências empreendedoras, pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas. Além disso, participar de *startups* proporciona experiências práticas que complementam o aprendizado em sala de aula, ajudando a criar profissionais mais bem preparados para desafios reais de mercado e negócios.

Nesse sentido, este indicador mede a porcentagem de alunos ativos no *campus* que participam de *startups*, seja como fundadores, cofundadores ou membros. Ele reflete o envolvimento dos estudantes em iniciativas de empreendedorismo e inovação, indicando o apoio do *campus* ao desenvolvimento de projetos que conectam teoria e prática.

A promoção da participação dos alunos em *startups* está alinhada com as novas DCNs de Engenharia, uma vez que incentiva o desenvolvimento de competências de inovação, o empreendedorismo, o trabalho em equipe e o aprendizado contínuo.

A taxa de participação de alunos em *startups* deve ser calculada pelo total de alunos que participam de *startups* no *campus* (numerador), dividido pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.39. Taxa de propriedade intelectual registrada por servidor

A taxa de propriedade intelectual é uma métrica importante para as IES, pois demonstra seu nível de inovação e seu potencial de desenvolvimento tecnológico. Esse indicador estimula uma cultura de pesquisa e inovação e incentiva a comunidade acadêmica a buscar soluções inéditas para problemas do dia a dia. Além de contribuir para a reputação científica e acadêmica da instituição, o registro de propriedade intelectual pode abrir oportunidades para parcerias com a indústria e o desenvolvimento de *startups*, gerando um impacto positivo na sociedade.

Assim, este indicador mede a média de propriedades intelectuais registradas por servidor (docentes e demais profissionais ligados ao *campus*) em um determinado ano, refletindo a produção intelectual e o grau de inovação promovido pelo corpo docente e pelos pesquisadores.

A promoção da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico está alinhada com as novas DCNs de Engenharia, que buscam formar profissionais inovadores e com capacidade de impacto no avanço tecnológico e na sociedade.

A taxa de propriedade intelectual registrada por servidor deve ser calculada pelo número de propriedades intelectuais dos servidores do *campus* registradas por ano (numerador), dividido pelo total de servidores do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em propriedade intelectual por servidor.

Para o cálculo do indicador, podem ser considerados exemplos de objetos de proteção por direito de propriedade intelectual: patentes (proteção de invenções e modelos de utilidade), marcas (sinais distintivos de produtos ou serviços), desenhos industriais (aspecto ornamental de produtos), direitos autorais (obras literárias, artísticas, musicais, *softwares*), indicações geográficas (produtos ligados a uma região específica) e proteção de novas variedades de plantas (planta geneticamente modificada).

5.1.40. Taxa de pesquisadores

Este indicador mede a porcentagem de servidores (docentes e demais profissionais ligados ao *campus*) que estão diretamente envolvidos em atividades de pesquisa. Ele reflete a prioridade dada pela instituição à pesquisa e ao desenvolvimento de conhecimento, bem como à composição acadêmica focada em inovação e investigação científica.

O envolvimento de profissionais em pesquisa não só enriquece a experiência educacional dos estudantes, mas também contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias, promovendo uma cultura de aprendizado contínuo e atualização científica.

As novas DCNs de Engenharia enfatizam a importância do processo de pesquisa para o desenvolvimento de uma atitude investigativa e o incentivo à produção de novos conhecimentos.

A taxa de pesquisadores deve ser calculada pelo total de servidores pesquisadores do *campus* (numerador), dividido pelo total de servidores do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Para o cálculo do indicador deve ser considerado pesquisador todo aquele servidor (docentes e demais profissionais ligados ao *campus*) que possua projeto de pesquisa em andamento cadastrado na base de dados da IES no período em análise.

5.1.41. Porcentagem do orçamento do *campus* destinado à pesquisa e inovação

Este indicador mede a porcentagem do orçamento total do *campus* que é destinado especificamente a atividades de pesquisa e inovação. Ele avalia o comprometimento financeiro da instituição com o avanço científico e o desenvolvimento de tecnologias e soluções inovadoras.

Um alto valor deste indicador sugere que o *campus* está comprometido com a pesquisa e inovação, o que pode resultar em avanços tecnológicos, maior produção acadêmica e uma reputação fortalecida no cenário científico. Isso também pode proporcionar aos alunos uma formação mais completa e alinhada com as demandas do mercado de trabalho.

O investimento em pesquisa e inovação apoia a formação de profissionais capazes de contribuir com o progresso científico e tecnológico, alinhando-se com as novas DCNs de Engenharia.

A porcentagem do orçamento do *campus* para pesquisa e inovação deve ser calculada pelo total do orçamento anual do *campus* destinado à pesquisa e inovação (numerador), dividido pelo valor total do orçamento do *campus* no ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.42. Taxa de projetos sociais por professor

A participação dos professores em projetos sociais é importante para criar um ambiente acadêmico que valoriza a responsabilidade social e o impacto positivo na comunidade. Assim, este indicador mede a quantidade de projetos sociais desenvolvidos pelo *campus* em relação ao número total de professores. Ele serve para avaliar o envolvimento dos docentes em iniciativas que beneficiam a comunidade e promovem a responsabilidade social.

Projetos sociais proporcionam aos alunos oportunidades de aplicar seus conhecimentos em contextos reais, desenvolvendo habilidades práticas e um senso de responsabilidade social, contribuindo para que os alunos desenvolvam competências sociais, como recomendado pelas novas DCNs de Engenharia.

A taxa de projetos sociais por professor deve ser calculada pelo total de projetos sociais desenvolvidos pelo *campus* por ano (numerador), dividido pelo total de professores do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em projeto por professor.

5.1.43. Taxa de alunos em ONGs

As Organizações não governamentais (ONGs) podem desempenhar um papel importante na formação dos futuros alunos, oferecendo oportunidades para experiência prática em projetos reais, engajamento social e cívico, desenvolvimento de habilidades interpessoais, aprendizado colaborativo multidisciplinar, conscientização ambiental e sustentabilidade, respeito pela diversidade e inclusão, além de *networking* e oportunidades de carreira.

Este indicador mede a porcentagem de alunos ativos no *campus* que participam de ONGs, seja como voluntários ou em cargos de colaboração. Ele reflete o engajamento dos estudantes em ações sociais e de cidadania, demonstrando a promoção de uma formação que valoriza o compromisso com a sociedade.

Através do trabalho com ONGs, os estudantes podem aplicar seus conhecimentos teóricos em situações reais, entender as necessidades das comunidades e contribuir para o bem-estar social, preparando-se para uma carreira que integra competências técnicas com responsabilidade social e ambiental.

A taxa de alunos em ONGs deve ser calculada pelo total de alunos ativos do *campus* atuando em ONGs (numerador), dividido pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma

porcentagem. Caso o mesmo aluno participe de mais de uma ONG no período do cálculo do indicador, esse aluno deve ser contabilizado somente uma única vez.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.44. Taxa de eventos de arte e cultura por professor

Participar e organizar eventos culturais pode ajudar os alunos a desenvolverem habilidades sociais, criatividade e um maior entendimento das diversas formas de expressão humana. Assim, este indicador mede a média de eventos de arte e cultura realizados anualmente no *campus* em relação ao total de professores. Ele serve para avaliar o nível de envolvimento e promoção de atividades culturais e artísticas no ambiente acadêmico.

A realização de eventos culturais e artísticos contribui para uma formação humanista e multidisciplinar, que valoriza a diversidade e incentiva o desenvolvimento de competências sociais e culturais, conforme enfatiza as novas DCNs de Engenharia.

A taxa de eventos de arte e cultura por professor deve ser calculada pelo total de eventos de arte e cultura no *campus* por ano (numerador), dividido pelo total de professores do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em evento por professor.

Para o cálculo do indicador podem ser considerados eventos de arte e cultura todos aqueles registrados na base de dados da IES no período em análise e envolvendo alunos do *campus*, como por exemplo: disciplinas e cursos de arte e cultura; exposições de arte; performances teatrais; concertos e *shows* musicais; festivais culturais; cineclubes e festivais de cinema; feiras de livros e literatura; *workshops* e oficinas de arte e cultura; eventos de dança; visitas culturais; palestras e seminários sobre arte e cultura, dentre outros.

5.1.45. Taxa de eventos de educação ambiental por professor

Este indicador mede a quantidade de eventos voltados para educação ambiental e sustentabilidade realizados no *campus* em relação ao total de professores. Ele avalia o compromisso do *campus* com a conscientização ambiental e a promoção de práticas

sustentáveis, envolvendo a comunidade acadêmica em iniciativas de proteção ambiental e uso consciente de recursos.

Um alto valor deste indicador sugere que o *campus* está ativamente promovendo eventos de educação ambiental e sustentabilidade, o que pode enriquecer a experiência educacional dos alunos e fortalecer a cultura de responsabilidade ambiental. Isso também pode servir como um exemplo prático para os estudantes sobre a importância da sustentabilidade e da inovação em práticas ambientais, de acordo com o que solicita as novas DCNs de Engenharia.

A taxa de eventos de educação ambiental por professor deve ser calculada pelo total de eventos de educação ambiental ou sustentabilidade no *campus* por ano (numerador), dividido pelo total de professores do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em evento por professor.

Para o cálculo do indicador podem ser considerados eventos de educação ambiental todos aqueles registrados na base de dados da IES no período em análise e envolvendo alunos do *campus*, como por exemplo: disciplinas e cursos de educação ambiental; *workshops* e oficinas ambientais; visitas técnicas com foco na educação ambiental; palestras e seminários ambientais; feiras e exposições ambientais; projetos e programas ambientais, dentre outros.

5.1.46. Taxa de proficiência em multilinguismo

A proficiência em mais de um idioma possibilita a criação de um ambiente acadêmico globalizado e inclusivo. Assim, este indicador mede a porcentagem da população total do *campus* (alunos e servidores) que possui proficiência em mais de um idioma.

Habilidades linguísticas adicionais podem melhorar as oportunidades de colaboração internacional, aumentar a empregabilidade dos egressos e enriquecer a experiência educacional ao permitir o acesso a uma maior diversidade de recursos e perspectivas.

As novas DCNs de Engenharia incentivam a capacidade de comunicação em diversas formas, incluindo o domínio de idiomas além do português. A proficiência linguística reflete o compromisso institucional com a formação de profissionais com visão global, aptos a atuar em um mercado de trabalho cada vez mais globalizado e multicultural.

A taxa de proficiência em multilinguismo deve ser calculada pelo total da população do *campus* com proficiência em mais de um idioma (numerador), dividido pela população

total do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.47. Taxa de evasão

A saída definitiva do aluno de seu curso de origem sem concluí-lo é considerada evasão de curso e a evasão de instituição é entendida como o desligamento da instituição na qual o estudante estava matriculado (Brasil, 2014). Assim, este indicador mede a porcentagem de alunos que abandonaram suas instituições ou seus cursos durante o ano em relação ao total de alunos matriculados no mesmo período.

Uma baixa taxa de evasão é fundamental para um *campus* universitário, que busca proporcionar um ambiente educacional completo e acolhedor. Esse indicador é importante para identificar possíveis problemas acadêmicos ou institucionais que possam estar influenciando a desistência dos alunos, como dificuldades acadêmicas, falta de suporte ou desconexão com o currículo. A análise da taxa de evasão ajuda o *campus* a implementar políticas acadêmicas, como programas de orientação, suporte pedagógico, e outras estratégias que garantam a permanência e o sucesso dos estudantes.

As novas DCNs de Engenharia orientam as instituições a desenvolverem sistemas de acolhimento e nivelamento para minimizar a evasão e aumentar a permanência dos alunos.

A taxa de evasão deve ser calculada pelo total de alunos evadidos por ano (numerador), dividido pelo total de alunos matriculados por ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.48. Taxa de retenção

A retenção consiste da não conclusão do curso no período previsto, fator concorrente para o aumento da propensão em relação à evasão (Brasil, 2014). Este indicador mede a porcentagem de alunos que não conseguiram avançar para o próximo período acadêmico (ou seja, foram retidos) em relação ao total de alunos matriculados no ano. Ele ajuda a identificar obstáculos no progresso acadêmico, como dificuldades com o conteúdo, deficiências no suporte acadêmico, ou problemas na adaptação curricular.

Uma baixa taxa de retenção é desejável, pois indica que a maioria dos alunos está conseguindo progredir em seus cursos. Em um *campus* universitário, o acompanhamento da

retenção permite que a instituição identifique áreas de suporte pedagógico que precisam de reforço, como mentorias, monitorias e orientação acadêmica. Esse indicador é importante para promover a melhoria contínua do ensino, contribuindo para um ambiente de aprendizado acolhedor e adaptado às necessidades dos estudantes.

As novas DCNs de Engenharia orientam as instituições a desenvolverem sistemas de acolhimento e nivelamento para evitar a retenção e favorecer o avanço acadêmico.

A taxa de retenção deve ser calculada pelo total de alunos retidos por ano (numerador), dividido pelo total de alunos matriculados por ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.49. Porcentagem do orçamento do *campus* para combate à evasão e à retenção

Este indicador mede a porcentagem do orçamento anual do *campus* que é alocada especificamente para programas e ações destinadas a reduzir a evasão e a retenção de alunos. Esses programas podem incluir apoio acadêmico, bolsa de estudos, orientação profissional, programas de tutoria, apoio financeiro e outras iniciativas voltadas para esse fim.

Investir em programas de combate à evasão é importante para promover a permanência dos alunos e apoiar o desenvolvimento de suas carreiras acadêmicas, estando em sintonia com as novas DCNs de Engenharia que orientam as instituições a desenvolverem sistemas de acolhimento e nivelamento para reduzir a evasão e aumentar a permanência dos estudantes.

A porcentagem do orçamento do *campus* para combate à evasão e retenção deve ser calculada pelo total do orçamento anual do *campus* destinado para programas de incentivo para combater a evasão e retenção (numerador), dividido pelo valor total do orçamento do *campus* no ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.50. Taxa de empréstimos de livros por aluno

Este indicador mede a quantidade média de empréstimos de livros (físicos e digitais) realizados na(s) biblioteca(s) do *campus* por aluno ativo em um ano. Reflete o nível de uso dos recursos bibliográficos oferecidos pela instituição, indicando o acesso a materiais de apoio acadêmico e o incentivo ao hábito de leitura.

A análise desse indicador ajuda a instituição a compreender as demandas dos estudantes e a aprimorar o acervo físico e digital conforme suas necessidades. Incentivar o uso de bibliotecas e plataformas de *ebooks* pode fortalecer a autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem e também contribuir para a qualidade da formação acadêmica.

Este indicador se relaciona com as novas DCNs de Engenharia que promovem a aprendizagem autônoma e o desenvolvimento contínuo. O uso dos recursos bibliográficos da instituição também reforça o incentivo à pesquisa e à leitura crítica, formando profissionais que buscam constantemente atualização e conhecimentos.

A taxa de empréstimos de livros por aluno deve ser calculada pela quantidade de empréstimos de livros na(s) biblioteca(s) do *campus* (incluindo *ebooks*) por ano (numerador), dividida pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em empréstimos de livros por aluno.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.51. Taxa de disponibilidade de livros por aluno

Este indicador mede a quantidade de livros (incluindo *ebooks*) disponíveis nas bibliotecas do *campus* por aluno ativo. Ele avalia a relação entre o acervo de materiais de leitura e o número de estudantes, refletindo a capacidade da biblioteca de atender às necessidades acadêmicas e de pesquisa dos alunos.

A disponibilidade de uma ampla gama de recursos bibliográficos é importante para apoiar o processo de ensino-aprendizagem. Um acervo bibliográfico diversificado e atualizado apoia o desenvolvimento acadêmico, incentivando o aprendizado autônomo e o aprofundamento dos estudos, conforme estabelecido nas novas DCNs de Engenharia.

Este indicador também é útil para planejar futuras aquisições, garantindo que a biblioteca continue a oferecer materiais relevantes e em quantidade suficiente para atender a demanda dos alunos.

A taxa de disponibilidade de livros por aluno deve ser calculada pela quantidade de livros disponíveis na(s) biblioteca(s) do *campus* (incluindo *ebooks*) (numerador), dividida

pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser expresso em livros por aluno.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.52. Taxa de ambientes imersivos de aprendizagem

Os ambientes imersivos de aprendizagem são espaços educacionais que possibilitam a criação de experiências de ensino-aprendizado envolventes e interativas com o apoio da tecnologia. Promovem a criatividade, a cooperação entre os estudantes, o compartilhamento de informações, o desenvolvimento de habilidades técnicas e a exploração de novas ideias. Nesses ambientes os alunos podem receber orientação de mentores ou tutores, além de serem espaços nos quais estudantes de diferentes disciplinas podem se reunir para trabalhar em projetos com perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares.

Várias tecnologias podem ser utilizadas nesses espaços, oferecendo diferentes níveis de imersão e interação, mas todas têm o objetivo comum de proporcionar uma experiência de aprendizado mais rica e envolvente, na qual o ensino passa a ser centrado no aluno. Ambientes imersivos podem facilitar a compreensão de conceitos complexos, aumentar o engajamento dos alunos e prepará-los melhor para os desafios do mundo real.

Assim, este indicador reflete a capacidade do *campus* de integrar tecnologias no ensino, proporcionando aos alunos oportunidades de aprender de maneira mais interativa e prática, trabalhando competências em inovação e uso de tecnologias avançadas, conforme enfatizam as novas DCNs de Engenharia.

A taxa de ambientes imersivos de aprendizagem deve ser calculada pelo total de ambientes imersivos de aprendizagem do *campus* (numerador), dividido pelo total de ambientes de ensino do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Para o cálculo do indicador, devem ser considerados ambientes imersivos de aprendizagem aqueles locais físicos ou virtuais (quando aplicável), que utilizam as tecnologias imersivas para o processo de ensino-aprendizagem, tais como: realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA), plataformas de aprendizado virtual com interatividade

avançada (como metaversos ou ambientes colaborativos virtuais), holografia ou tecnologias que envolvam projeções em três dimensões (3D), e simulações interativas.

5.1.53. Taxa de ambientes de experimentação prática

Ambientes de experimentação prática são espaços físicos ou virtuais projetados para simular condições reais ou controladas, em que os participantes podem aplicar teorias, testar soluções e explorar novos conhecimentos por meio de atividades práticas. Esses ambientes permitem o aprendizado ativo, promovendo o desenvolvimento de habilidades técnicas, criativas e analíticas por meio de atividades que envolvem a resolução de problemas e a experimentação.

Assim, este indicador mede a porcentagem de ambientes de ensino no *campus* dedicados à experimentação prática, como laboratórios de química, física, biologia, robótica, informática, engenharia, oficinas, salas de prototipagem, laboratórios de fabricação e de pesquisa, plantas-piloto e outros espaços que permitem atividades práticas e experimentais. Ele avalia a infraestrutura do *campus* voltada para o aprendizado prático e a aplicação dos conhecimentos teóricos.

As novas DCNs de Engenharia enfatizam a importância de atividades de laboratório e práticas para o desenvolvimento das competências gerais e específicas dos alunos. Nesse sentido, a promoção de ambientes de experimentação prática está alinhada com essas diretrizes, pois incentiva a utilização de espaços nos quais os alunos podem desenvolver habilidades práticas e solucionar problemas reais.

A taxa de ambientes de experimentação prática deve ser calculada pelo total de ambientes de experimentação prática do *campus* (numerador), dividido pelo total de ambientes de ensino do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.54. Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria

Os programas de tutoria ou mentoria são iniciativas das IES na qual um educador com mais experiência e conhecimento (o tutor ou mentor) oferece orientação, suporte e aconselhamento a um aluno (o tutelado) em áreas específicas de interesse, desenvolvimento pessoal ou profissional. Esses programas podem ajudar os alunos a desenvolverem

habilidades de pensamento crítico, criatividade e ética, ao mesmo tempo em que fornecem orientação técnica e profissional.

Este indicador mede a porcentagem de alunos ativos no *campus* que participam de programas de mentoria ou tutoria ao longo do ano. Ele reflete o alcance dos programas de apoio acadêmico e orientação oferecidos pela instituição, ajudando a avaliar o suporte disponibilizado para o desenvolvimento acadêmico e pessoal dos estudantes.

De forma geral, as novas DCNs de Engenharia incentivam uma formação que valorize o desenvolvimento integral do aluno, incluindo habilidades pessoais e sociais que são fundamentais para a atuação profissional. A participação em programas de mentoria ou tutoria alinha-se com essas diretrizes, pois permite que os alunos recebam apoio e orientação que vão além do conteúdo técnico, promovendo uma educação mais completa e humana.

A taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria deve ser calculada pelo total de alunos do *campus* que são atendidos ou participam de programas de mentoria ou tutoria por ano (numerador), dividido pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem. Caso o mesmo aluno participe de mais de um programa de mentoria ou tutoria no período do cálculo do indicador, esse aluno deve ser contabilizado somente uma única vez.

Para o cálculo desse indicador, devem ser considerados programas de mentoria ou tutoria apenas aqueles nos quais o aluno é acompanhado diretamente por um mentor ou tutor, tais como programas (ou projetos) de ensino, pesquisa ou extensão, programas de incubação ou aceleração de *startups*, *hackathons* e desafios de inovação. Não devem ser contabilizados como programas de mentoria ou tutoria: estágio supervisionado, atendimento periódico aos alunos ou plantões tira dúvida.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação.

5.1.55. Carga horária de ciências humanas nos cursos de ciências exatas

Este indicador mede a porcentagem da carga horária dos cursos de ciências exatas e tecnológicas destinada a disciplinas relacionadas à área de ciências humanas, como ética, sociologia, filosofia, gestão social, história da educação, ciências políticas, comunicação

social, economia, metodologia do trabalho científico, dentre outras. Essas disciplinas são importantes para desenvolver uma formação holística, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais ampla dos impactos sociais, culturais e éticos de suas ações profissionais.

As novas DCNs de Engenharia destacam a importância de uma formação integral que incorpore conhecimentos das ciências humanas e sociais aplicadas, com o objetivo de formar profissionais com uma visão crítica, ética e responsável.

A carga horária de ciências humanas nos cursos de ciências exatas deve ser calculada pelo total da carga horária de disciplinas ligadas à área de ciências humanas nos cursos de ciências exatas e tecnológicas do *campus* (numerador), dividido pelo total de carga horária dos cursos de ciências exatas e tecnológicas do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.56. Taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação

O incentivo ao empreendedorismo e à inovação está intrinsecamente ligado à formação de um sistema criativo e dinâmico, no qual os alunos podem desenvolver habilidades práticas, resolver problemas reais e experimentar a criação de soluções tecnológicas e empresariais.

Dessa forma, este indicador mede a proporção de alunos do *campus* que, ao longo de um ano, estão envolvidos em atividades de ensino focadas em empreendedorismo e inovação, como disciplinas, *workshops*, laboratórios de inovação ou cursos na área.

Essas atividades são importantes para fomentar a mentalidade empreendedora e a capacidade de inovação entre os estudantes. Além disso, oferecem uma compreensão sobre como transformar ideias em produtos ou serviços comercializáveis e como abordar questões relacionadas à gestão financeira, *marketing* e estratégia empresarial. Dessa forma, os alunos não apenas se tornam mais preparados para empreender seus próprios negócios, mas também se tornam profissionais mais versáteis e adaptáveis, capazes de contribuir para a inovação e o desenvolvimento de suas organizações em qualquer contexto.

De forma geral, as novas DCNs de Engenharia incentivam uma formação que vá além dos aspectos técnicos, promovendo o desenvolvimento de habilidades inovadoras, colaborativas e empreendedoras.

A taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação deve ser calculada pelo total de alunos matriculados e ativos em atividades de empreendedorismo ou

inovação no *campus* por ano (numerador), dividido pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação. Caso o mesmo aluno esteja matriculado em mais de uma atividade sobre empreendedorismo e inovação no período de cálculo do indicador, esse aluno deve ser contabilizado somente uma única vez.

5.1.57. Porcentagem de alunos em projetos com empresas

A parceria universidade-empresas proporciona uma conexão direta entre o conhecimento acadêmico e as necessidades práticas do mercado. Essa parceria permite aos estudantes aplicarem seus conhecimentos teóricos em projetos reais, desenvolvendo habilidades práticas e ganhando experiência relevante para o mercado de trabalho. Possibilita também que os alunos tenham acesso a recursos adicionais, *expertise* técnica e oportunidades de estágio e emprego.

Além disso, os projetos colaborativos promovem a inovação ao incentivar a troca de ideias entre academia e indústria, resultando em soluções mais criativas e eficazes para desafios técnicos e industriais. Essa interação também beneficia as empresas, que têm a oportunidade de identificar talentos promissores, acessar pesquisas de ponta e fortalecer sua imagem como parceiros inovadores, características abordadas pelas novas DCNs de Engenharia.

A porcentagem de alunos em projetos com empresas deve ser calculada pela quantidade de alunos do *campus* participantes de projetos firmados entre o *campus* e empresas ou indústrias por ano (numerador), dividida pelo total de alunos ativos do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

Devem ser considerados alunos ativos do *campus* aqueles regularmente matriculados em cursos de ensino superior no período letivo vigente e que estejam efetivamente frequentando as atividades acadêmicas presenciais ou a distância, conforme registros institucionais de frequência e participação. Caso o mesmo aluno esteja participando em mais

de um projeto universidade-empresa no período de cálculo do indicador, esse aluno deve ser contabilizado somente uma única vez.

5.1.58. Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa

Este indicador mede a porcentagem da carga horária dedicada a disciplinas que adotam metodologias de aprendizagem ativa, tais como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning*), aprendizagem baseada em projetos (*Project-Based Learning*), aprendizagem baseada em desafios (*Challenge-Based Learning*), estudos de caso, gamificação, simulações, aprendizagem por investigação (*Inquiry-Based Learning*), aprendizagem colaborativa, metodologias de *design thinking* aplicadas ao ensino, trabalhos em equipe, entre outras.

As novas DCNs de Engenharia destacam a importância de uma formação que integre metodologias ativas e práticas experimentais, possibilitando uma educação que priorize o protagonismo e o engajamento dos alunos.

A proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa deve ser calculada pelo total da carga horária das disciplinas que contemplam metodologias para aprendizagem ativa nas ementas (numerador), dividido pelo total da carga horária das disciplinas dos cursos superiores do *campus* (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.59. Porcentagem do orçamento do *campus* para redução da exclusão digital

A inclusão digital é essencial para criar um ambiente de aprendizagem equitativo e moderno. Ao investir em programas que reduzem a exclusão digital, o *campus* assegura que os alunos, independentemente de sua condição socioeconômica, tenham acesso às ferramentas e recursos tecnológicos. Isso é fundamental para o desenvolvimento de competências digitais, que são cada vez mais importantes no mercado de trabalho e na vida cotidiana.

Nesse sentido, este indicador mede a proporção do orçamento anual do *campus* que é destinada a programas e iniciativas voltados para a redução da exclusão digital. Ele serve para avaliar o comprometimento financeiro da instituição em garantir que os estudantes tenham acesso às tecnologias e recursos digitais necessários para uma educação de qualidade.

A alocação de recursos para programas de redução da exclusão digital está alinhada com as novas DCNs de Engenharia que promovem a inclusão e a igualdade de oportunidades no acesso à educação.

A porcentagem do orçamento do *campus* para redução da exclusão digital deve ser calculada pelo total do orçamento anual do *campus* destinado para programas voltados à redução da exclusão digital (numerador), dividido pelo valor total do orçamento para assistência estudantil do *campus* no ano (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.1.60. Índice de satisfação dos estudantes com os serviços administrativos

A gestão administrativa desempenha um papel importante no suporte ao processo de ensino-aprendizagem, garantindo que os alunos tenham as condições adequadas para realizar suas atividades acadêmicas. Além disso, um alto nível de satisfação pode indicar que os processos administrativos estão bem gerenciados e que as necessidades dos usuários estão sendo atendidas de maneira eficaz.

Este indicador mede a satisfação dos estudantes de ensino superior do *campus* em relação aos serviços administrativos oferecidos, como matrículas, atendimento ao aluno, serviços financeiros, biblioteca, apoio acadêmico, entre outros. A satisfação dos usuários é um reflexo direto da eficiência, eficácia e qualidade dos serviços prestados pela administração do *campus*.

Nesse sentido, as novas DCNs de Engenharia destacam a importância de formar profissionais que sejam capazes de reconhecer as necessidades dos usuários e da sociedade como um todo.

O índice de satisfação dos estudantes com os serviços administrativos deve ser calculado pelo total de alunos satisfeitos (numerador), dividido pelo total de alunos que responderam à pesquisa (denominador). O resultado deve ser multiplicado por 100 e expresso como uma porcentagem.

5.2. Considerações finais sobre o Capítulo

O conjunto de indicadores foi desenvolvido para permitir uma análise do desempenho de um *campus* universitário em diversas áreas, fornecendo subsídios para a implementação de melhorias contínuas na infraestrutura, práticas pedagógicas e políticas institucionais.

A fundamentação utilizada, apoiada principalmente nas novas DCNs de Engenharia, reforça a pertinência e a atualidade dos indicadores. Já o detalhamento metodológico presente nesta pesquisa possibilita a replicação desses indicadores em diferentes contextos institucionais, contribuindo para a consolidação de um modelo de *campus* inteligente integrado às exigências atuais da educação superior.

Nesse sentido, a área de infraestrutura, composta por nove indicadores, abrangeu aspectos relacionados à conectividade, à acessibilidade e à adoção de tecnologias inteligentes. A área de saúde e segurança foi representada por quatro indicadores, voltados à avaliação do bem-estar dos usuários do *campus* e à prevenção de situações de emergência. A área de partes interessadas contou com cinco indicadores, direcionados ao envolvimento dos usuários do *campus* e à adequação da oferta educacional às demandas institucionais. A área de transporte, por sua vez, foi representada por um indicador dedicado à mobilidade.

Complementando o conjunto de indicadores de apoio, incluiu-se um indicador de caráter social, destinado a avaliar a inclusão digital e a acessibilidade dos estudantes a recursos digitais, e, por fim, um indicador relacionado à administração do *campus*, voltado à satisfação dos usuários em relação aos serviços administrativos prestados.

Referente à sustentabilidade ambiental, os indicadores focaram-se na administração de resíduos (três indicadores), na gestão hídrica (cinco indicadores), na preservação ambiental (três indicadores) e na área de energia (sete indicadores).

Concluindo o conjunto de indicadores, foram abordadas as áreas que compõem o tripé da educação superior. No âmbito do processo de ensino-aprendizagem, eixo central da formação acadêmica, foram definidos treze indicadores, abrangendo taxas de evasão e retenção, a adoção de metodologias ativas, o acesso a recursos tecnológicos e a implementação de ambientes de aprendizagem imersivos.

A área de pesquisa e inovação contou com quatro indicadores, voltados à análise da participação em *startups*, do registro de propriedade intelectual, da proporção de pesquisadores no *campus* e da destinação orçamentária à pesquisa e inovação. Por sua vez, a extensão universitária foi representada por quatro indicadores que evidenciaram a interação

entre o *campus* e a sociedade, projetos sociais, a participação estudantil em organizações não governamentais e a promoção de eventos culturais e educativos.

Para cada indicador proposto foram definidos a descrição do indicador, unidade de medida, seu objetivo, sua importância, a fonte de pesquisa, as relações com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Engenharia e as respectivas métricas de cálculo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste Capítulo, apresentam-se os resultados obtidos ao longo da pesquisa e suas implicações no contexto investigado. Os dados foram coletados entre janeiro e março de 2025, diretamente no *campus* Caucaia, por meio do processo SEI 23486.000022/2025-26, no site da instituição⁶, na base de dados IFCE em números⁷, na plataforma Nilo Peçanha⁸, no Sistema Acadêmico⁹, na plataforma *Lattes*¹⁰, no painel orçamentário do IFCE¹¹, no Sistema de Gerenciamento da Pró-reitoria de Extensão do IFCE (Sigproext)¹², na Plataforma NL do IFCE¹³ e através das pesquisas e entrevistas realizadas junto aos servidores e alunos do *campus*. Todas as informações coletadas são do ano de 2024.

Posteriormente, os dados foram analisados com o objetivo de responder às perguntas de pesquisa e testar a hipótese formulada. A discussão envolve uma interpretação crítica dos achados, comparando-os com a literatura existente e destacando possíveis contribuições e limitações para a área de estudo. Além disso, são abordadas as implicações práticas e teóricas dos resultados, indicando caminhos e sugestões para o *campus* em análise e outras IES.

6.1. Caracterização do objeto de estudo

6.1.1. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) é uma instituição pública de ensino vinculada ao Ministério da Educação (MEC), integrante da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Sua história remonta à criação das Escolas de Aprendizes e Artífices em 1909, com o objetivo inicial de formar profissionais para o mercado de trabalho, promovendo a educação de base aliada à qualificação técnica. Após várias transformações institucionais, o IFCE foi oficialmente instituído em 2008, por meio da Lei nº 11.892, que criou os Institutos Federais em todo o Brasil (IFCE, 2023).

⁶ Endereço eletrônico: <https://ifce.edu.br/caucaia>

⁷ Endereço eletrônico: <https://emnumeros.ifce.edu.br/>

⁸ Endereço eletrônico: <https://www.gov.br/mec/pt-br/pnp>

⁹ Endereço eletrônico: <https://antigo.qacademico.ifce.edu.br/>

¹⁰ Endereço eletrônico: <https://lattes.cnpq.br/>

¹¹ Endereço eletrônico: <https://orcamento.ifce.edu.br/>

¹² Endereço eletrônico: <https://sigproext.ifce.edu.br/home>

¹³ Endereço eletrônico: <https://prpi.ifce.edu.br/nl/MenuPrincipal/>

No final de 2024, o IFCE possuía mais de 50.000 (cinquenta mil) alunos matriculados em 35 *campi* distribuídos em diferentes regiões do Ceará, incluindo Fortaleza, Caucaia, Sobral, Quixadá, Juazeiro do Norte, e outras localidades. Essa distribuição proporciona ampla capilaridade no Estado, possibilitando o acesso à educação em áreas urbanas e rurais, e contribuindo para a redução das desigualdades regionais (IFCE, 2023).

A missão do IFCE está pautada no tripé ensino, pesquisa e extensão, buscando integrar formação acadêmica e tecnológica com o desenvolvimento social. Na área do ensino, os *campi* oferecem cursos em diferentes níveis e modalidades, desde a formação técnica até a pós-graduação. Assim, os cursos ofertados pelo IFCE incluem:

- Ensino técnico: integrado, subsequente e concomitante ao ensino médio, com formações em áreas como Edificações, Informática, Mecânica, Química, Metalurgia, Segurança do trabalho e diversas outras.
- Ensino superior: graduações em bacharelado, licenciatura e cursos superiores de tecnologia, com destaque para Engenharia, licenciaturas em Física, Matemática, Química e Biologia, e cursos voltados à gestão e tecnologia.
- Pós-graduação: programas *lato sensu* (especializações) e *stricto sensu* (mestrados e doutorados), com ênfase em áreas estratégicas como Ensino, Energias renováveis e Tecnologia da informação.

No âmbito da pesquisa, o IFCE é reconhecido por sua contribuição para a produção científica e tecnológica, frequentemente alinhada aos desafios socioambientais e econômicos do Estado do Ceará. Projetos desenvolvidos pela instituição abarcam áreas como Energias Renováveis, Tecnologia da informação, Engenharia, Agropecuária, Meio ambiente e Ensino. A pesquisa aplicada é incentivada como forma de gerar soluções práticas para problemas regionais.

A extensão universitária também desempenha um papel importante na atuação do IFCE. Por meio de programas, cursos, projetos e eventos, a instituição busca conectar seus saberes acadêmicos às demandas da sociedade. A extensão possibilita a transferência de conhecimento para comunidades, ampliando o impacto social da instituição e fortalecendo a relação entre o instituto e a população local.

Além disso, o IFCE se destaca por sua política de inclusão e ações afirmativas, promovendo o acesso à educação para grupos historicamente excluídos. A instituição adota políticas como cotas para estudantes oriundos da rede pública de ensino e pessoas com deficiência, garantindo maior equidade no acesso ao ensino. Também são desenvolvidos

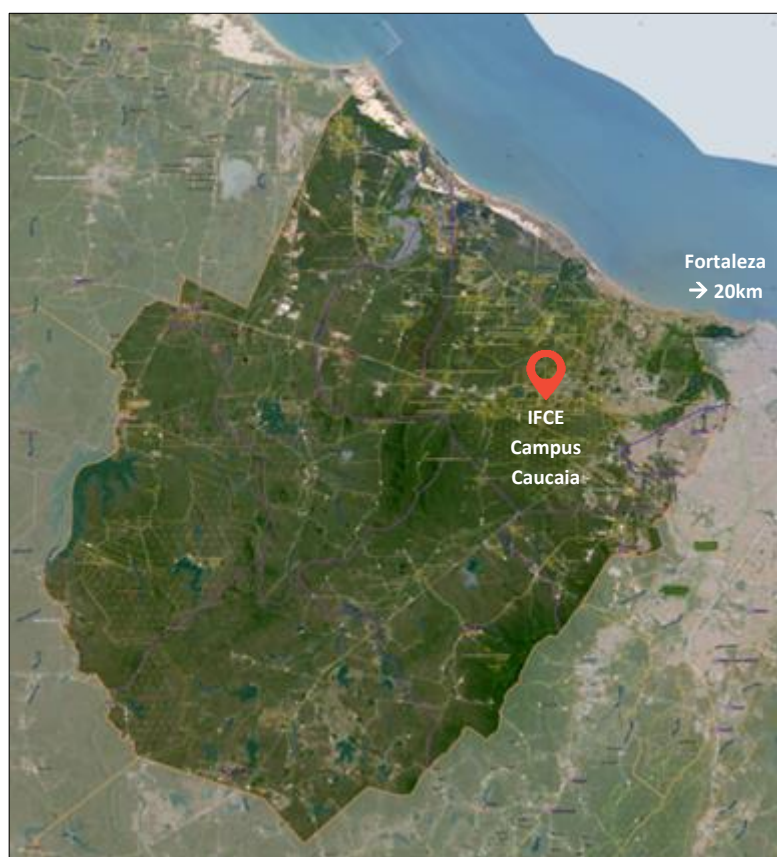
programas de assistência estudantil que contribuem para a permanência dos alunos, minimizando as taxas de evasão e promovendo um ambiente educacional mais justo.

Outro diferencial do IFCE é sua relação com o mercado de trabalho. A formação ofertada pela instituição é orientada por um diálogo constante com os setores produtivos e as demandas econômicas regionais. Esse vínculo fortalece a empregabilidade de seus egressos e contribui para o desenvolvimento da economia local. Adicionalmente, parcerias com empresas e outras instituições promovem estágios, pesquisas conjuntas e intercâmbios para enriquecimento da experiência educacional.

6.1.2. O campus Caucaia do IFCE

Inaugurado em 27 de dezembro de 2010 e oficialmente entregue à comunidade em 26 de agosto de 2011, o *campus* Caucaia integra o plano de expansão da rede federal de educação tecnológica. Localiza-se no município de Caucaia, no Estado do Ceará, a aproximadamente 20 km da capital, Fortaleza (Figura 7).

Figura 7 — Localização do *campus* IFCE Caucaia



Fonte: IBGE (2025)

Os primeiros cursos técnicos iniciaram em fevereiro de 2012, nas áreas de Eletroeletrônica, Metalurgia e Petroquímica, inicialmente na modalidade concomitante. Em 2015, esses cursos passaram a ser oferecidos na modalidade integrada, permitindo que os alunos cursassem o ensino médio juntamente com a formação profissional no *campus* (IFCE, 2024a).

No segundo semestre de 2015 houve a primeira expansão do *campus*, na qual foi inaugurado o bloco didático I, abrigando salas de aula, laboratórios e espaços administrativos. Em 2017, o *campus* ampliou sua oferta com o curso técnico em Logística na modalidade subsequente, sendo seu primeiro curso noturno. A expansão continuou em 2018 com a abertura de cursos de pós-graduação *lato sensu* em Ensino de Ciências Humanas e Ensino de Ciências da Natureza. Em 2019, iniciaram-se as licenciaturas em Matemática e Química; em 2022, o Bacharelado em Engenharia de Produção; e, em 2023, o curso técnico integrado em Segurança do Trabalho e o curso técnico subsequente em Administração, na modalidade de Ensino a Distância (IFCE, 2024b).

Em 2024, o *campus* Caucaia contava com aproximadamente mil alunos matriculados e dispunha de uma infraestrutura composta por blocos didáticos com salas de aula climatizadas e equipadas com projetores multimídia, laboratórios voltados aos diversos cursos ofertados e espaços administrativos. O *campus* também dispõe de áreas de convivência e ambientes destinados a atividades culturais e esportivas, como auditório e quadra poliesportiva. A modularidade dos espaços físicos permite sua adaptação para eventos acadêmicos, programas de formação continuada e ações interdisciplinares.

A biblioteca do *campus* está dotada de um acervo físico e digital que abrange livros, periódicos científicos, bases de dados e materiais audiovisuais. O espaço possui áreas específicas para estudos individuais e em grupo, além de estações de trabalho que oferecem conectividade e acesso a ferramentas digitais. Os serviços disponibilizados incluem o empréstimo domiciliar, orientação bibliográfica e acesso remoto a repositórios científicos, facilitando o desenvolvimento de pesquisas e projetos acadêmicos.

O *campus* ainda possui 19 salas de aula, 15 laboratórios (biologia e microbiologia, comandos elétricos, eletroeletrônica, automação, física, informática, instrumentação analítica, materiais, química, robótica, soldagem, música, metrologia e calibração, ensino em matemática e engenharia e segurança do trabalho), sala de vídeo conferência, recepção, refeitório, cozinha, ambulatório, sala para atendimento psicológico, sala para assistência estudantil, sala para apoio pedagógico e diversas outras salas administrativas.

O corpo docente do *campus* é composto por professores com titulação de especialistas, mestres e doutores, envolvidos com os processos de ensino, pesquisa e extensão. Os estudantes provêm majoritariamente da região de Caucaia e municípios circunvizinhos.

Na área do ensino, o *campus* Caucaia oferece três cursos superiores:

- Bacharelado em Engenharia de Produção: iniciado em 2022, o curso forma profissionais aptos a atuar no planejamento, projeto e gerenciamento de sistemas organizacionais que envolvem recursos humanos, materiais, tecnológicos, financeiros e ambientais, visando à melhoria contínua dos processos produtivos. São ofertadas 35 vagas anuais através do Sistema de Seleção Unificada (SISU).
- Licenciatura em Matemática: iniciada em 2019, a licenciatura visa formar professores de Matemática para o ensino básico, capacitando-os com conhecimentos teóricos e práticos, além de habilidades pedagógicas para atuar de forma crítica e reflexiva no processo de ensino-aprendizagem. São ofertadas 35 vagas anuais através do SISU.
- Licenciatura em Química: também iniciada em 2019, a licenciatura tem como objetivo formar docentes para o ensino de Química, preparados para enfrentar os desafios educacionais contemporâneos e contribuir para a melhoria da qualidade do ensino na região. Também são ofertadas 35 vagas anuais através do SISU.

O *campus*, ainda, desenvolve diversos projetos de pesquisa e extensão, integrando alunos e professores em iniciativas que visam solucionar problemas locais e regionais. Esses projetos abrangem áreas como desenvolvimento tecnológico, inovação, sustentabilidade e inclusão social, fortalecendo a relação entre a instituição e a comunidade local.

6.2. Resultados dos indicadores

Os resultados do *campus* Caucaia para o conjunto de indicadores proposto neste trabalho são apresentados nesta Seção. Os dados coletados abordam aspectos como conectividade digital, acessibilidade, gestão ambiental, eficiência energética, segurança, processo de ensino-aprendizagem, participação dos alunos em atividades de inovação e extensão, além da relação entre corpo discente e docente, fornecendo uma visão das condições estruturais e operacionais da instituição. O resumo dos resultados é apresentado no Quadro 23.

Quadro 23 – Resultado dos indicadores

Área	Indicador	Unidade	Resultado
Infraestrutura	Porcentagem da área total do <i>campus</i> coberta por rede sem fio (Wi-Fi) / área total do <i>campus</i>	%	25,6%
Infraestrutura	Porcentagem do total de dias letivos sem nenhuma interrupção de conexão com <i>internet</i> no ano / total de dias letivos no ano	%	86,5%
Infraestrutura	Porcentagem do total de ambientes de ensino do <i>campus</i> com sensores inteligentes de controle de temperatura / total de ambientes de ensino do <i>campus</i>	%	0%
Infraestrutura	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> em que a frequência é registrada através de cartões inteligentes ou de reconhecimento facial / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	0%
Infraestrutura	Porcentagem do total de vagas de estacionamento do <i>campus</i> com sensores inteligentes de ocupação de vagas / total de vagas para veículos disponíveis no <i>campus</i>	%	0%
Infraestrutura	Quantidade de computadores, <i>laptops</i> , <i>tablets</i> ou outros dispositivos de aprendizagem digital disponíveis para os alunos do <i>campus</i> / total de alunos ativos do <i>campus</i>	Dispositivo por aluno	0,2 dispositivo por aluno
Infraestrutura	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> com acesso à <i>internet</i> em seus domicílios / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	98,0%
Infraestrutura	Porcentagem do total de edifícios do <i>campus</i> acessíveis para pessoas com necessidades especiais / total de edifícios do <i>campus</i>	%	88,9%
Infraestrutura	Quantidade total de licenças de <i>softwares</i> de simulação ou modelagem computacional instaladas e disponíveis para alunos do <i>campus</i> / quantidade total de alunos ativos do <i>campus</i>	Licenças por aluno	0,2 licença por aluno
Saúde e Segurança	Área total construída do <i>campus</i> / quantidade total de extintores do <i>campus</i>	m ² por extintor	250,0 m ² por extintor
Saúde e Segurança	Porcentagem do total de edifícios com sistemas automáticos de combate a incêndio / total de edifícios do <i>campus</i>	%	0%
Saúde e Segurança	Porcentagem do total de ambientes do <i>campus</i> que possuem mapas de riscos disponíveis publicamente / total de ambientes do <i>campus</i>	%	90,4%
Saúde e Segurança	Área total dos ambientes de atividade física / total de alunos ativos do <i>campus</i>	m ² por aluno	4,1 m ² por aluno
Partes interessadas	Porcentagem do total de alunos matriculados por ano / total de vagas ofertadas no <i>campus</i> por ano	%	98,1%
Partes interessadas	Porcentagem do total de alunos formados no <i>campus</i> por ano / total de vagas ofertadas no <i>campus</i> por ano	%	5,7%
Partes interessadas	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> com atividade laboral remunerada / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	78,4%
Partes interessadas	Total de alunos ativos do <i>campus</i> / total de docentes do <i>campus</i>	Alunos por professor	12,9 alunos por professor
Partes interessadas	Total de horas de formação e desenvolvimento do corpo docente do <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Horas de formação por professor	21,1 horas de formação por professor
Gestão de resíduos	Total anual de resíduos não recicláveis gerados / população total do <i>campus</i>	kg <i>per capita</i>	Sem dados
Gestão de resíduos	Total anual de resíduos recicláveis gerados / população total do <i>campus</i>	kg <i>per capita</i>	Sem dados
Gestão de resíduos	Porcentagem do total de resíduos gerados no <i>campus</i> com destino final ambientalmente correto / total de resíduos gerados no <i>campus</i>	%	Sem dados

Área	Indicador	Unidade	Resultado
Gestão da água	Consumo anual de água do <i>campus</i> / população total <i>campus</i>	m ³ <i>per capita</i>	Sem dados
Gestão da água	Porcentagem do total de água do <i>campus</i> captada e reutilizada por ano (chuva, efluentes) / consumo anual de água do <i>campus</i>	%	Sem dados
Gestão da água	Porcentagem do total de sensores inteligentes de consumo de água instalados no <i>campus</i> / total de medidores de consumo de água do <i>campus</i>	%	0%
Gestão da água	Porcentagem do total de torneiras com sensor de presença instaladas no <i>campus</i> / total de torneiras instaladas no <i>campus</i>	%	0%
Gestão da água	Porcentagem do total de vasos sanitários à vácuo do <i>campus</i> / total de vasos sanitários instalados no <i>campus</i>	%	0%
Ambiental	Total de resmas de papel consumidas no <i>campus</i> por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	resmas por aluno	0,8 resma / aluno
Ambiental	Porcentagem da área do <i>campus</i> coberta por vegetação / área total do <i>campus</i>	%	44,9%
Ambiental	Porcentagem do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para esforços de sustentabilidade / valor total do orçamento do <i>campus</i> no ano	%	0%
Energia	Porcentagem do total de energia consumida anualmente no <i>campus</i> que é gerada através de fontes de energias renováveis / total de energia consumida no <i>campus</i> por ano	%	48,7%
Energia	Porcentagem do total de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes (classe A) / total de aparelhos do <i>campus</i>	%	69,7%
Energia	Porcentagem do total de estações de carregamento para veículos elétricos no <i>campus</i> / total de vagas para veículos disponíveis no <i>campus</i>	%	0%
Energia	Porcentagem do total de ambientes fechados do <i>campus</i> que utilizam luz natural / quantidade total de ambientes fechados do <i>campus</i>	%	8,2%
Energia	Porcentagem do total de ambientes fechados do <i>campus</i> que utilizam ventilação natural / quantidade total de ambientes fechados do <i>campus</i>	%	2,7%
Energia	Porcentagem do total de ambientes do <i>campus</i> com sensores inteligentes de iluminação / total de ambientes do <i>campus</i>	%	0%
Energia	Porcentagem do total de medidores inteligentes de consumo de energia do <i>campus</i> / quantidade total de medidores de consumo de energia do <i>campus</i>	%	0%
Transporte	Quantidade total de veículos com emissão zero no <i>campus</i> / população total do <i>campus</i>	Veículo <i>per capita</i>	0,02 veículo <i>per capita</i>
Pesquisa e inovação	Porcentagem do total de alunos que participam de <i>startups</i> no <i>campus</i> / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	5,7%
Pesquisa e inovação	Número de propriedades intelectuais dos servidores do <i>campus</i> registradas por ano / total de servidores do <i>campus</i>	Propriedade intelectual por servidor	0
Pesquisa e inovação	Porcentagem do total de servidores pesquisadores do <i>campus</i> / total de servidores do <i>campus</i>	%	4,1%
Pesquisa e inovação	Porcentagem do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para pesquisa e inovação / valor total do orçamento do <i>campus</i> no ano	%	0,9%
Extensão	Total de projetos sociais desenvolvidos pelo <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Projetos por professor	0,2 projeto por professor
Extensão	Porcentagem do total de alunos ativos do <i>campus</i> atuando em ONGs / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	3,7%
Extensão	Total de eventos de arte e cultura no <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Eventos por professor	0,1 evento por professor

Área	Indicador	Unidade	Resultado
Extensão	Total de eventos de educação ambiental ou sustentabilidade no <i>campus</i> por ano / total de professores do <i>campus</i>	Eventos por professor	Nenhum evento por professor
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total da população do <i>campus</i> com proficiência em mais de um idioma / população total do <i>campus</i>	%	4,7%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos evadidos por ano / total de alunos matriculados por ano	%	19,0%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos retidos por ano / total de alunos matriculados por ano	%	22,9%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para programas de incentivo para combater a evasão / valor total do orçamento do <i>campus</i> no ano	%	33,0%
Ensino-aprendizagem	Quantidade de empréstimos de livros na(s) biblioteca(s) do <i>campus</i> (incluindo <i>ebooks</i>) por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	Empréstimo por aluno	4,8 empréstimos por aluno
Ensino-aprendizagem	Quantidade de livros disponíveis na(s) biblioteca(s) do <i>campus</i> (incluindo <i>ebooks</i>) / total de alunos ativos do <i>campus</i>	Livros por aluno	11,4 livros por aluno
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de ambientes imersivos de aprendizagem do <i>campus</i> / total de ambientes de ensino do <i>campus</i>	%	0%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de ambientes de experimentação prática do <i>campus</i> / total de ambientes de ensino do <i>campus</i>	%	41,7%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos do <i>campus</i> que são atendidos ou participam de programas de mentoria ou tutoria por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	12,2%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total da carga horária de disciplinas ligadas à área de ciências humanas nos cursos de ciências exatas e tecnológicas do <i>campus</i> / total de carga horária dos cursos de ciências exatas e tecnológicas do <i>campus</i>	%	19,3%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total de alunos matriculados e ativos em atividades de empreendedorismo ou inovação no <i>campus</i> por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	0%
Ensino-aprendizagem	Quantidade de alunos do <i>campus</i> participantes de projetos firmados entre o <i>campus</i> e empresas (ou indústrias) por ano / total de alunos ativos do <i>campus</i>	%	12,2%
Ensino-aprendizagem	Porcentagem do total da carga horária das disciplinas que contemplam metodologias para aprendizagem ativa nas ementas / total da carga horária das disciplinas dos cursos superiores do <i>campus</i>	%	93,1%
Social	Porcentagem do total do orçamento anual do <i>campus</i> destinado para programas voltados à redução da exclusão digital / valor total do orçamento da assistência estudantil recebido no <i>campus</i> no ano	%	1,8%
Administração	Porcentagem de satisfação dos estudantes em relação aos serviços administrativos do <i>campus</i>	%	94,1%

Fonte: Autor (2026)

6.2.1. Resultados da área de infraestrutura (indicadores 5.1.1 a 5.1.9)

A infraestrutura de um *campus* inteligente desempenha um papel importante na promoção de ambientes de ensino eficazes, acessíveis e tecnologicamente avançados. Assim, os indicadores propostos neste estudo para avaliação da infraestrutura de um *campus*

inteligente abrangem aspectos relacionados à conectividade, inclusão e modernização tecnológica. Eles incluem métricas como a cobertura de rede Wi-Fi, estabilidade da conexão com a *internet*, uso de sensores inteligentes para controle ambiental, bem como a disponibilidade, para os estudantes, de dispositivos digitais e de *softwares* de simulação.

A área de infraestrutura também contempla a acessibilidade física para pessoas portadoras de deficiências ou com mobilidade reduzida e o uso de tecnologias avançadas, como sistemas de reconhecimento facial e sensores de ocupação. A seguir, discutem-se os resultados de cada indicador para o *campus* Caucaia do IFCE.

A cobertura de rede sem fio (Wi-Fi) no *campus* Caucaia está presente em 25,6% de sua área total. Esse resultado revela uma limitação na infraestrutura de conectividade. Em um *campus* inteligente, a cobertura de Wi-Fi deve abranger a maior parte das áreas, permitindo que os usuários acessem informações e recursos digitais em tempo real, independentemente de sua localização.

A baixa cobertura pode restringir atividades acadêmicas e administrativas que dependem de conectividade constante, principalmente em áreas externas ou periféricas do *campus*. Além disso, impede a integração de tecnologias emergentes, como sensores inteligentes e plataformas de gestão, que requerem conexão à *internet* para operar de maneira eficaz.

Estudos sugerem que a expansão da rede Wi-Fi para cobrir 100% da área do *campus* é essencial para garantir uma melhor experiência digital (Loureiro; Lopes, 2021; Brasil, 2023). Nesse sentido, é fundamental ampliar a cobertura da rede sem fio no *campus* Caucaia e monitorar a qualidade do sinal, pois uma cobertura ampla não garante, necessariamente, estabilidade ou alta velocidade, fatores determinantes para uma experiência de usuário satisfatória.

O *campus* apresentou 86,5% de dias letivos sem interrupções de conexão com a *internet*, o que significa que, em 13,5% dos dias, houve falhas que impactaram as atividades acadêmicas. Conforme Fernández-Caramés e Fraga-Lamas (2019), a estabilidade e a qualidade da conectividade à *internet* configuram-se como requisitos estruturais para o funcionamento de um *campus* inteligente, especialmente em contextos de ensino remoto, computação em nuvem e integração de sistemas digitais, nos quais a continuidade e a confiabilidade da comunicação de dados são fundamentais para a operacionalização das atividades acadêmicas.

O *campus* Caucaia conta com apenas um provedor de acesso à *internet*. Portanto, a implementação de redundância na infraestrutura de rede, como a contratação de múltiplos provedores, e o monitoramento em tempo real podem reduzir significativamente as interrupções.

No momento da pesquisa, nenhum ambiente de ensino do *campus* Caucaia estava equipado com sensores inteligentes para controle de temperatura. Essa ausência representa uma oportunidade de melhoria, uma vez que estudos apontam que ambientes de ensino climatizados adequadamente melhoram a concentração e o desempenho dos alunos (Marçal *et al.*, 2018).

A instalação de sensores inteligentes integrados a sistemas de climatização automatizados pode otimizar o consumo energético, ajustando a temperatura de acordo com a ocupação e o horário de uso dos espaços. Essa medida também alinha o *campus* com práticas de sustentabilidade, reduzindo custos operacionais e emissões de carbono.

A frequência dos alunos no *campus* Caucaia não é registrada por meio de sistemas automatizados, como cartões inteligentes ou reconhecimento facial. Esse indicador revela uma oportunidade de modernização dos processos administrativos docentes. Sistemas automatizados de registro de frequência não apenas reduzem erros e fraudes, mas também permitem a coleta de dados em tempo real sobre o engajamento dos alunos (Puckdeevongs *et al.*, 2020; Awuzie *et al.*, 2021).

Os dados coletados por meio dos cartões inteligentes ou sistemas de reconhecimento facial podem ser integrados a plataformas de gestão acadêmica para identificar padrões de comportamento e prever possíveis casos de evasão. Além disso, essas tecnologias podem ser combinadas com controles de acesso para, por exemplo, aumentar a segurança no *campus* e a previsibilidade de refeições e lanches fornecidos aos alunos.

Nenhuma das vagas de estacionamento do *campus* Caucaia estava equipada com sensores inteligentes de ocupação. Esses sensores permitem que os usuários identifiquem vagas disponíveis por meio de aplicativos móveis, reduzindo o tempo gasto na busca e, consequentemente, as emissões de gases poluentes (Jabbar *et al.*, 2021). Adicionalmente, os dados obtidos por esses sensores podem ser utilizados para otimizar a alocação de vagas, identificar padrões de uso e justificar investimentos em infraestrutura adicional, como estacionamentos verticais ou áreas de carona compartilhada.

Projetos interdisciplinares podem ser desenvolvidos por professores e alunos do próprio *campus* para a implementação dessa tecnologia. Além disso, parcerias com empresas privadas podem ser estabelecidas para viabilizar a instalação dos sensores.

O *campus* Caucaia possui apenas 0,2 dispositivo digital por aluno do ensino superior. Este resultado é particularmente preocupante, considerando que a aprendizagem digital depende do acesso a computadores, *tablets* ou outros dispositivos e sugere que muitos alunos dependem de seus próprios dispositivos, o que pode gerar desigualdades, especialmente entre aqueles de baixa renda.

Para efeito comparativo, segundo o relatório *Effective Policies, Successful Schools* (OECD, 2020, p. 118), os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) possuem cerca de um computador por estudante para fins educacionais. Além disso, países como Áustria, Islândia, Luxemburgo, a região de Macau (China), Nova Zelândia, Reino Unido e Estados Unidos possuem mais de um computador, chegando a uma média de 1,25 aparelho por estudante.

Para melhorar este indicador, recomenda-se a criação de laboratórios de informática equipados com computadores atuais, o fortalecimento do programa de entrega de *tablets* vinculado à assistência estudantil do IFCE e a inclusão da compra de dispositivos digitais no planejamento orçamentário do *campus* dos próximos anos. Programas de parceria com empresas de tecnologia também podem facilitar a aquisição de equipamentos a preços reduzidos.

Cerca de 98,0% dos alunos ativos possuem acesso à *internet* em seus domicílios, evidenciando um elevado nível de inclusão digital entre os discentes do ensino superior do *campus*. Contudo, os 2,0% restantes configuram uma parcela em situação de vulnerabilidade digital, uma vez que a ausência de conectividade compromete o acesso a conteúdos educacionais, plataformas de ensino *online* e atividades acadêmicas complementares, podendo impactar negativamente tanto o desempenho acadêmico quanto a permanência no curso (Barbosa, 2019; Izquierdo; Paulo, 2023).

Para minimizar essa questão, o *campus* Caucaia pode oferecer subsídios para acesso à *internet* ou parcerias com provedores de serviços para reduzir os custos de acesso à *internet* por parte dos discentes. Outra solução seria aumentar a quantidade de dispositivos digitais conectados à *internet* disponíveis para discentes no *campus* e ampliar o horário de funcionamento do laboratório de informática e biblioteca com *internet* ou Wi-Fi, oferecendo espaços alternativos para estudo.

A acessibilidade nos edifícios do *campus* Caucaia, com 88,9% das instalações adaptadas para pessoas com deficiências ou mobilidade reduzida, é um ponto forte da infraestrutura. Esse resultado indica a adoção de práticas alinhadas aos princípios de inclusão e às diretrizes de acessibilidade em ambientes construídos (ABNT, 2020b), contribuindo para

a promoção de condições equitativas de uso dos espaços por toda a comunidade acadêmica (Dalla Gasperina *et al.*, 2022).

Contudo, é fundamental analisar os 11,1% restantes de edifícios que ainda não são acessíveis. Mapear esses espaços e priorizar intervenções para torná-los adaptados é essencial para garantir que nenhum indivíduo enfrente barreiras físicas no acesso ao ensino ou às atividades do *campus*. Tecnologias assistivas, como aplicativos de navegação para deficientes visuais e sistemas de comunicação em Libras, podem melhorar significativamente a experiência dos usuários com deficiência. Recomenda-se também a realização de auditorias de acessibilidade periódicas para ajudar a atingir uma cobertura de 100%.

Por fim, a disponibilidade de apenas 0,2 licença de *software* especializado por aluno configura-se como um ponto de atenção no *campus* Caucaia, especialmente em cursos que demandam simulações e modelagem computacional, como o curso de Engenharia de Produção ofertado na unidade.

O *campus* dispõe de 200 licenças gratuitas do AutoCAD, *software* de desenho assistido por computador (CAD – *Computer-Aided Design*) desenvolvido pela Autodesk. No entanto, há apenas 45 computadores disponíveis para sua instalação, o que limita o acesso efetivo dos estudantes a essa ferramenta.

Embora a literatura pesquisada não estabeleça valores de referência quantitativos para a relação entre licenças de *software* especializado e número de alunos, destaca-se que o aspecto crítico reside no acesso efetivo às ferramentas tecnológicas. Nesse sentido, a razão de 0,2 licença por aluno, associada à limitação de equipamentos disponíveis, evidencia uma restrição ao uso dessas tecnologias no processo formativo dos estudantes.

A ampliação do acesso as tecnologias computacionais aplicadas é fundamental para a consolidação de competências técnicas e para a aproximação entre teoria e prática no processo formativo em Engenharia, além de contribuir para o alinhamento da formação acadêmica às demandas contemporâneas do mercado de trabalho (Crawley *et al.*, 2007; CNI, 2021; Gouveia, 2016).

Os resultados da área de infraestrutura revelam que, embora o *campus* Caucaia apresente resultados positivos em relação à acessibilidade dos edifícios e acesso dos alunos à *internet* em seus domicílios, enfrenta desafios em áreas como automação, recursos tecnológicos e conectividade. A transição para um *campus* inteligente exige uma abordagem integrada que priorize a infraestrutura tecnológica, a sustentabilidade e a inclusão. Investimentos em sensores inteligentes, dispositivos digitais e estratégias de conectividade

são importantes para superar as lacunas identificadas e proporcionar uma melhor experiência para todos os usuários do *campus*.

6.2.2. Resultados da área de saúde e segurança (indicadores 5.1.10 a 5.1.13)

A implementação de indicadores de saúde e segurança em *campi* inteligentes é importante para a promoção de um ambiente seguro e funcional para a comunidade acadêmica. Este estudo avaliou quatro indicadores estratégicos no *campus* Caucaia: a taxa de cobertura de extintores, a porcentagem de edifícios com sistemas automáticos de combate a incêndio, a porcentagem de ambientes com mapa de riscos disponíveis publicamente e a área de ambientes de atividade física por aluno.

O *campus* Caucaia apresenta uma relação de 1 extintor para cada 250 m² de área construída. No Brasil, o sistema de proteção por extintores de incêndio é regulamentado pelo Corpo de Bombeiros, por meio de normas e diretrizes, especialmente a Norma NBR 12693:2021 (ABNT, 2021c), de âmbito federal, e a Nota Técnica nº 21/2024 (CBMEC, 2024), de âmbito estadual.

A Norma NBR 12693 estabelece a quantidade e a localização dos extintores de incêndio em edifícios, considerando suas dimensões, os riscos específicos do local e o tipo de atividade que o ambiente exerce. Já a Nota Técnica nº 21/2024 define que, para ambientes de baixo risco, como salas de aula e salas administrativas, a distância máxima entre os extintores deve ser de 20 metros e, para ambientes de médio risco, como laboratórios químicos, bibliotecas ou cozinhas industriais, a distância máxima entre os extintores deve ser de 15 metros. Porém, tanto a Norma quanto a Nota, não especificam um valor de área de cobertura por extintor.

Nesse sentido, sugere-se que o número de extintores e sua distribuição no *campus* Caucaia seja avaliada e, caso necessário, ajustada, conforme os critérios das regulamentações, para garantir a segurança de todos os ocupantes do *campus*. Além disso, deve ser dada atenção especial à manutenção e acessibilidade dos extintores, bem como à capacitação dos usuários quanto ao seu uso correto, como exige a NBR 12693. A norma destaca ainda a importância de revisar periodicamente a distribuição dos extintores, especialmente à medida que o *campus* expande ou sofre modificações em sua infraestrutura.

Em relação ao segundo indicador da área de saúde e segurança, nenhum edifício do *campus* Caucaia possui sistema automático de combate a incêndio. Esse resultado aponta para

uma lacuna na infraestrutura de segurança do *campus*. A instalação desses sistemas, como *sprinklers*, constitui uma das formas mais eficazes de minimizar danos em caso de incêndios e garantir uma resposta rápida (Frank *et. al.*, 2013), em consonância com as diretrizes técnicas para sistemas de combate a incêndio estabelecidas em normas brasileiras (ABNT, 2021c). Assim, recomenda-se a implantação desses sistemas no *campus*, priorizando edifícios com maior fluxo de pessoas, como corredores e auditórios ou ambientes que possuam materiais inflamáveis.

A porcentagem de ambientes do *campus* Caucaia com mapas de risco disponíveis publicamente foi de 90,4%. Apesar de representar um resultado positivo, é fundamental que esses mapas estejam presentes em 100% dos ambientes, a fim de orientar os usuários quanto às áreas de perigo e às rotas de evacuação, em conformidade com diretrizes de segurança do trabalho que preconizam a identificação e a comunicação dos riscos ambientais (Brasil, 1992).

O *campus* também deve assegurar que toda a comunidade acadêmica seja capaz de interpretar adequadamente essa ferramenta, sendo, portanto, recomendada a realização de treinamentos específicos periodicamente. Ademais, a incorporação de tecnologias digitais, como mapas interativos acessíveis por meio de QR *codes*, pode ampliar a acessibilidade da informação e potencializar a segurança dos usuários do *campus*, em consonância com abordagens de monitoramento e gestão inteligente em *campi* baseadas em tecnologias digitais (Ceccarini *et al.*, 2021).

Por fim, o indicador da área de ambientes de atividade física por aluno do *campus* Caucaia apresentou como resultado 4,1 metros quadrados (m²) por aluno. Os valores de área esportiva por aluno variam conforme o modelo institucional, sendo comum na literatura de planejamento de *campus* e arquitetura educacional a adoção de intervalos entre 2 e 10 m² por aluno, podendo superar esse patamar em instituições com forte vocação esportiva (Neufert, 2013, p. 437–455; Kenney *et al.*, 2005, p. 65–90; Gehl, 2015, p. 69–85).

Assim, o valor encontrado revela uma relação positiva, indicando que o *campus* Caucaia possui instalações adequadas para a promoção da atividade física. Esse dado é particularmente relevante para a saúde e o bem-estar dos estudantes, contribuindo para a redução de riscos associados à depressão, ansiedade e estresse (Dos Santos *et al.*, 2023). Porém, é importante avaliar a acessibilidade, a manutenção das instalações e a oferta de programas que incentivem o uso frequente desses espaços no *campus*.

De forma geral, os dados da área de saúde e segurança analisados no *campus* Caucaia apontam para avanços, como a existência de espaços dedicados à atividade física e a disponibilização de mapas de risco, mas destacam questões críticas em relação aos

procedimentos de combate a incêndio, principalmente a falta de um sistema automático nos edifícios. A adequação aos padrões normativos regionais e o investimento em infraestrutura de segurança devem ser discutidos internamente para transformar o *campus* em um ambiente seguro, sustentável e condizente com o conceito de *campus* inteligente.

6.2.3. Resultados da área de partes interessadas (indicadores 5.1.14 a 5.1.18)

Na área de partes interessadas foram propostos 5 indicadores, os quais permitem avaliar a eficiência na ocupação das vagas ofertadas pelo *campus*, o sucesso acadêmico para formação dos alunos, a integração dos alunos no mercado de trabalho, a proporção aluno-professor e o desenvolvimento do corpo docente. Assim, compõem essa área os seguintes indicadores: taxa de ocupação das vagas ofertadas, taxa de conclusão anual, taxa de alunos com atividade laboral remunerada, proporção de alunos por professor e horas de formação e desenvolvimento por professor.

A análise da porcentagem de alunos matriculados em relação às vagas ofertadas indicou um índice de 98,1%, demonstrando praticamente pleno aproveitamento da capacidade instalada do *campus*. Esse resultado reflete a atratividade do *campus* Caucaia para a comunidade acadêmica e a eficiência de seus processos de admissão e gestão da oferta educacional no *campus*.

A manutenção desse índice elevado ao longo dos anos deve ser acompanhada de políticas institucionais voltadas à inovação curricular, à inclusão e ao fortalecimento de uma cultura de dados, pilares essenciais para a transformação digital do ensino superior e para a consolidação de *campi* inteligentes (Brasil, 2019b; George; Wooden, 2023).

Em relação à taxa de conclusão anual, apesar de o *campus* Caucaia possuir um Plano Estratégico Institucional para Permanência e Êxito dos Estudantes (IFCE, 2017), o resultado encontrado, apenas 5,7% de alunos concludentes em relação ao total de vagas ofertadas no *campus* por ano, evidencia desafios significativos relacionados à retenção e à progressão acadêmica.

O índice calculado sugere a necessidade de fortalecer as estratégias voltadas à redução da evasão e retenção, como acompanhamento personalizado e intervenções pedagógicas baseadas em dados (Brasil, 2014; Kemper *et al.*, 2020). Além disso, o *campus* pode adotar plataformas analíticas para identificar precocemente fatores de risco associados à evasão e à retenção, promovendo ações preventivas mais eficazes, bem como fortalecer iniciativas de

nivelamento para alunos ingressantes em disciplinas com elevados índices de reprovação e ampliar a oferta dessas disciplinas em contraturnos, em consonância com abordagens contemporâneas de monitoramento e apoio ao desempenho acadêmico (Chen *et al.*, 2022; Kemper *et al.*, 2020).

A proporção de alunos ativos com atividade laboral remunerada no *campus* Caucaia foi de 78,4%, indicando uma considerável integração dos discentes ao mercado de trabalho. Esse indicador reforça o papel do *campus* na formação de profissionais alinhados às demandas do setor produtivo local (CNI, 2021).

Entretanto, destaca-se a necessidade de conciliar a carga horária acadêmica com as demandas do mercado de trabalho, um desafio que pode ser atenuado por meio da adoção de currículos mais flexíveis e de ambientes de aprendizagem híbridos, mediados por tecnologias digitais e amplamente associados ao modelo de *campi* inteligentes (Altinay *et al.*, 2020; Fasihuddin *et al.*, 2012).

Com uma relação de 12,9 alunos por professor, o *campus* Caucaia apresenta um indicador favorável, sugerindo condições propícias para um acompanhamento individualizado e interação pedagógica de qualidade, o que pode resultar em maior engajamento dos alunos e melhores resultados de aprendizagem. Para comparação, a média nos países da OCDE costuma ser de 15 a 20 alunos por professor. Essa relação é frequentemente considerada um bom equilíbrio entre qualidade de ensino e viabilidade econômica (OECD, 2023, p. 432). É importante, porém, destacar que, no *campus* Caucaia, os professores que atuam no ensino superior também lecionam no ensino médio.

Essa transição constante entre níveis educacionais pode dificultar a personalização do ensino, afetar a qualidade das práticas pedagógicas e comprometer o planejamento de atividades voltadas à pesquisa e à extensão. Para minimizar esses desafios, o *campus* pode, por exemplo, oferecer capacitação pedagógica contínua aos docentes, garantir apoio institucional, equilibrar a carga horária entre os docentes e promover a troca de experiências entre professores.

O *campus* Caucaia registrou uma média de 21,1 horas anuais de formação e desenvolvimento por professor. Esse resultado sugere um compromisso institucional inicial com a atualização pedagógica e tecnológica do corpo docente, mas aponta também para a necessidade de ampliação desse tempo, especialmente em um contexto de rápidas mudanças nas práticas educacionais.

Estudos recentes indicam que a formação docente contínua constitui um dos principais fatores com impacto positivo na qualidade do ensino (Yoon *et al.*, 2007; Alves; Miguel,

2021). No Brasil, ainda não há uma normativa específica do Ministério da Educação voltada à formação continuada de docentes da educação superior. Contudo, a Resolução CNE/CP nº 1/2020 (Brasil, 2020b) estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação continuada de professores da educação básica, definindo, por exemplo, cursos de atualização com carga horária mínima de 40 horas, constituindo, portanto, um parâmetro de referência.

Assim, o *campus* pode adotar abordagens inovadoras, como cursos *online* personalizados e trilhas de aprendizado baseadas em inteligência artificial, permitindo que os docentes acessem conteúdos específicos para suas áreas de atuação e ampliem o impacto da capacitação. Além disso, é fundamental que o *campus* estabeleça uma rotina de gestão para acompanhar os dados de formação docente, facilitando o acesso às informações e direcionando as necessidades de capacitação de acordo com as demandas institucionais.

Os resultados referentes às partes interessadas demonstram que o *campus* Caucaia apresenta indicadores sólidos quanto à taxa de ocupação das vagas ofertadas, à proporção de alunos com atividade laboral remunerada e à relação aluno/professor. No entanto, ainda enfrenta desafios relacionados à taxa de conclusão dos cursos e ao aprimoramento da formação docente.

6.2.4. Resultados da área de gestão de resíduos (indicadores 5.1.19 a 5.1.21)

A gestão de resíduos é um aspecto importante para a sustentabilidade ambiental de um *campus* universitário, contribuindo para a redução de impactos ambientais e promoção de práticas ecológicas. Foram propostos os seguintes indicadores para essa área: geração de resíduos não recicláveis *per capita*, geração de resíduos recicláveis *per capita* e taxa de destinação correta de resíduos no *campus*.

A falta de informações sobre a geração anual de resíduos recicláveis e não recicláveis por indivíduo no *campus* Caucaia dificulta a avaliação da eficiência das práticas de gestão de resíduos e da conscientização ambiental da comunidade acadêmica. Esses indicadores são essenciais para identificar padrões de consumo e oportunidades de redução de resíduos na origem.

O monitoramento desses dados permitiria ao *campus* implementar políticas mais direcionadas, como a substituição de materiais descartáveis por alternativas reutilizáveis e a promoção de campanhas de conscientização sobre redução, reutilização e reciclagem, alinhadas aos princípios da gestão integrada de resíduos sólidos (Brasil, 2010). No entanto,

como o *campus* não controla a geração de resíduos, não é possível determinar a quantidade de lixo produzida anualmente.

O *campus* Caucaia também não dispõe de dados para o cálculo do percentual de resíduos com destino ambientalmente correto. Esse indicador mede a proporção de resíduos reciclados, compostados ou destinados a aterros sanitários licenciados, em comparação ao total gerado. *Campi* universitários que se destacam na gestão de resíduos geralmente atingem valores acima de 80%, graças à implementação de iniciativas como coleta seletiva eficiente, parcerias com empresas de reciclagem e projetos de compostagem para resíduos orgânicos (Marques *et al.*, 2017).

Como sugestão para o *campus* Caucaia, recomenda-se a implementação de um sistema de monitoramento contínuo da geração de resíduos. Também podem ser implementadas auditorias regulares para identificar as principais fontes e tipos de resíduos gerados, segmentando-os por setores (ensino, refeitório, laboratórios etc.). Além disso, a coleta de dados deve ser acompanhada por análises periódicas para identificar tendências e estabelecer metas de redução. Por fim, uma maior aproximação com a empresa responsável pela coleta de lixo no *campus* pode facilitar a obtenção de informações e a gestão de questões relacionadas aos resíduos.

No geral, a falta de dados específicos para os indicadores analisados compromete a capacidade do *campus* de avaliar suas práticas e definir metas de melhoria. A gestão integrada de resíduos exige não apenas a coleta sistemática de dados, mas também o engajamento da comunidade acadêmica e o uso de tecnologias para otimizar processos.

Publicar relatórios periódicos sobre os avanços na gestão de resíduos pode aumentar a transparência e fortalecer a adesão às iniciativas de sustentabilidade. Além disso, no contexto de um *campus* inteligente, a gestão de resíduos pode ser integrada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 12 – Consumo e Produção Sustentáveis.

6.2.5. Resultados da área de gestão da água (indicadores 5.1.22 a 5.1.26)

A gestão sustentável da água é um aspecto fundamental para o desenvolvimento dos *campi* inteligentes, pois reflete tanto a eficiência no uso de recursos hídricos quanto o compromisso ambiental da instituição. No presente estudo, foram analisados cinco indicadores: consumo de água *per capita*, taxa de captação e reutilização de água no *campus*,

taxa de sensores inteligentes de consumo de água, taxa de torneiras com sensor de presença e taxa de vasos sanitários à vácuo.

O *campus* Caucaia possui poços artesianos como fonte principal de abastecimento de água. No entanto, o consumo dessa água não é monitorado por meio de hidrômetros, o que torna impossível realizar o cálculo preciso do consumo anual de água *per capita*.

A ausência desse controle pode limitar a implementação de estratégias de gestão hídrica eficientes, dificultando a identificação de possíveis desperdícios ou oportunidades de otimização do uso da água. Além disso, sem dados confiáveis sobre o consumo, é difícil estabelecer metas de redução ou avaliar o impacto de campanhas de conscientização ambiental.

A instalação de hidrômetros nos poços para monitorar o volume de água utilizado pode ser uma solução eficaz para calcular o consumo *per capita* e aprimorar a gestão sustentável dos recursos hídricos no *campus*. Ademais, essa medida contribuiria para alinhar a instituição a práticas sustentáveis e fortalecer a conscientização ambiental da comunidade acadêmica, em consonância com princípios de uso eficiente da água e gestão sustentável (Brasil, 1997c).

É importante salientar que o *campus* conta com uma rede de abastecimento público, equipada com um hidrômetro da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece), concessionária de água do Estado. No entanto, o consumo anual de água proveniente desse tipo de abastecimento não reflete a realidade, tornando-o inadequado para o cálculo do indicador.

Em relação ao indicador de porcentagem de água captada e reutilizada, o *campus* Caucaia possui uma cisterna de 5.000 litros (5 m³) que capta água da chuva para utilizar na irrigação do gramado. No entanto, não há hidrômetros instalados na cisterna para mensurar a quantidade de água captada e consumida. Assim como no indicador anterior, recomenda-se a instalação de medidores para uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

A ausência de sensores inteligentes de consumo de água no *campus* Caucaia constitui uma limitação para a gestão eficiente dos recursos hídricos. Tais dispositivos, baseados em tecnologias de IoT, permitem o monitoramento em tempo real do consumo e a detecção de anomalias, como vazamentos, viabilizando intervenções mais rápidas e estratégias de uso mais eficientes (Ceccarini *et al.*, 2021; Gilman *et al.*, 2020).

Na ausência desses dados, a tomada de decisão torna-se menos precisa, dificultando a redução de desperdícios e a implementação de práticas sustentáveis (Dalla Gasperina *et al.*, 2022). Como alternativa, recomenda-se a implementação de um projeto piloto em um dos

edifícios do *campus*, com o objetivo de avaliar os benefícios da tecnologia antes de sua expansão para os demais ambientes.

Outro ponto é a ausência de torneiras com sensores de presença, bem como de vasos sanitários à vácuo no *campus*. Ambos representam tecnologias eficazes para a economia de água, especialmente em locais de grande circulação. Torneiras com sensores reduzem o desperdício causado pelo uso indevido ou desatenção, enquanto vasos sanitários à vácuo consomem uma fração da água necessária para descargas convencionais, contribuindo significativamente para a eficiência hídrica em edificações (Dalla Gasperina *et al.*, 2022). A substituição gradual dos dispositivos tradicionais por essas tecnologias deveria ser avaliada, não apenas pelos benefícios ambientais, mas também pelo retorno financeiro a médio e longo prazo.

De forma geral, os resultados do *campus* Caucaia apontam para um cenário de gestão hídrica com oportunidades de melhoria. A ausência na adoção de tecnologias e na medição da captação e do consumo de água sugerem a necessidade de investimentos em infraestrutura sustentável e maior engajamento da comunidade acadêmica. Estratégias recomendadas incluem a instalação progressiva de hidrômetros, sensores e dispositivos de economia de água, o desenvolvimento de sistemas de reaproveitamento mais abrangentes e a implementação de um programa de educação ambiental focado no uso consciente da água.

Ademais, a integração de tecnologias inteligentes para monitoramento e controle do consumo de água pode alinhar o *campus* aos ODS, em particular o ODS 6 – Água Potável e Saneamento. Esse alinhamento não apenas beneficia o meio ambiente, mas também fortalece a reputação institucional em termos de compromisso com práticas inovadoras e ambientalmente responsáveis.

6.2.6. Resultados da área ambiental (indicadores 5.1.27 a 5.1.29)

Três indicadores foram propostos para refletir o desempenho ambiental de um *campus* inteligente: consumo de papel *per capita*, taxa de cobertura vegetal do *campus* e porcentagem do orçamento do *campus* destinado à sustentabilidade. Esses indicadores fornecem uma visão do compromisso da instituição com a redução de impactos ambientais e a promoção de uma cultura sustentável.

O consumo anual de papel *per capita* no *campus* Caucaia foi de 0,8 resma por aluno ativo, o que corresponde a aproximadamente 400 folhas de papel por estudante por ano.

Como referência, uma pesquisa no *campus* de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP) estimou um consumo médio de 1.132 folhas de papel por pessoa anualmente, considerando uma população de 8.023 indivíduos (Amaral, 2010, p. 42).

Estudos indicam que a adoção de tecnologias digitais pode reduzir significativamente o consumo de papel em ambientes educacionais (Abdillah; Rofiq; Indriani, 2018; Hoss *et al.*, 2019). Nesse contexto, embora o resultado observado no *campus* Caucaia seja consideravelmente inferior ao apresentado na pesquisa de Amaral (2010), ele evidencia oportunidades para a implementação de práticas mais sustentáveis, como a digitalização de processos administrativos e acadêmicos. Dessa forma, a transição para plataformas digitais de aprendizagem e a promoção de campanhas internas para a redução do uso de papel podem contribuir de maneira relevante para a sustentabilidade ambiental e a redução de custos operacionais.

A cobertura vegetal do *campus* Caucaia abrange 44,9% de sua área total, indicando um bom nível de integração entre infraestrutura construída e áreas verdes. A presença de vegetação desempenha um papel fundamental na regulação do microclima, na promoção da biodiversidade e na melhoria da qualidade do ar (Bibri; Krogstie, 2017). Além disso, áreas verdes bem distribuídas contribuem para o bem-estar da comunidade acadêmica, promovendo espaços para atividades recreativas, educacionais e de lazer.

Contudo, há potencial para aumentar a densidade de vegetação em áreas subutilizadas e incorporar projetos de paisagismo sustentável, como por exemplo hortas comunitárias. A manutenção adequada e o monitoramento periódico dessas áreas também são essenciais para garantir sua eficácia ecológica e funcional, em consonância com práticas de gestão sustentável em instituições de ensino (Dalla Gasperina *et al.*, 2022).

Por outro lado, o indicador de orçamento destinado à sustentabilidade revela um ponto crítico na implementação de políticas ambientais no *campus*. A não alocação de recursos do orçamento anual para esforços de sustentabilidade indica que, apesar da presença de áreas verdes, as iniciativas ambientais não são suficientemente apoiadas financeiramente.

Essa situação indica que a limitação de recursos pode dificultar a implementação de projetos mais robustos voltados à eficiência energética, à redução de resíduos, à diminuição do consumo de água e à adoção de práticas que minimizem o impacto ambiental. Para enfrentar esse desafio, recomenda-se que a instituição busque fontes alternativas de financiamento, incluindo parcerias público-privadas, captação de recursos externos e a submissão de projetos a editais voltados à sustentabilidade. Além disso, o planejamento

estratégico institucional deve priorizar a integração das ações ambientais ao orçamento principal, estabelecendo metas claras para o aumento progressivo dessa alocação.

Os resultados apresentados destacam a importância de um enfoque integrado e estratégico na gestão ambiental do *campus* Caucaia. Enquanto a cobertura vegetal atual representa um ativo valioso, o consumo de papel e, principalmente, a ausência de recursos financeiros para sustentabilidade refletem áreas que demandam atenção.

A implementação de políticas inovadoras, tecnologias sustentáveis e engajamento da comunidade acadêmica será fundamental para alinhar o *campus* a um modelo de inteligência e sustentabilidade. Ademais, a integração de ações ambientais com os ODS, especialmente o ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima e o ODS 15 – Vida Terrestre, poderia reforçar o compromisso do *campus* com a sustentabilidade global.

6.2.7. Resultados da área de energia (indicadores 5.1.30 a 5.1.36)

Para a área de energia foram propostos sete indicadores: porcentagem de energia consumida no *campus* gerada por fontes renováveis, taxa de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes, taxa de estações de carregamento para veículos elétricos, taxa de ambientes com iluminação natural, taxa de ambientes com ventilação natural, taxa de ambientes com sensores inteligentes de iluminação e taxa de medidores inteligentes de consumo de energia.

No *campus* Caucaia, 48,7% da energia consumida anualmente é proveniente de fontes renováveis, no caso painéis solares instalados no telhado de um dos blocos de ensino. Esse índice destaca um compromisso com a redução da dependência de fontes fósseis, contribuindo para a mitigação de emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a adoção de fontes renováveis constitui um dos indicadores relevantes para a avaliação de desempenho energético em *campi* inteligentes, especialmente quando associada a estratégias de eficiência e gestão integrada de energia (Alrashed, 2020).

O *campus* ainda apresenta um potencial de expansão nesse quesito, uma vez que possui área disponível e clima favorável. Recomenda-se, portanto, a ampliação do sistema fotovoltaico e a exploração de outras fontes renováveis, como biomassa ou energia eólica, bem como a participação em programas de incentivos fiscais e subsídios voltados para a geração sustentável. Outra possibilidade é a assinatura de energia solar. Um modelo de negócios que permite que o *campus* utilize energia solar sem a necessidade de investir

diretamente na compra e instalação de painéis fotovoltaicos. Em vez disso, é assinado um contrato com uma empresa de energia solar, que instala e mantém os sistemas fotovoltaicos em suas propriedades ou em locais remotos (como usinas solares compartilhadas).

Em relação aos aparelhos de ar-condicionado, 69,7% dos equipamentos do *campus* Caucaia são classificados como energeticamente eficientes (classe A) e possuem tecnologia *inverter*. No entanto, os 30,3% restantes são modelos convencionais que não pertencem à classe A, resultando em um consumo maior de energia, especialmente em ambientes com alta demanda por climatização artificial. A eficiência dos sistemas de climatização constitui um fator relevante na gestão energética de *campi* inteligentes, sendo frequentemente considerada em indicadores de desempenho relacionados ao uso racional de energia (Alrashed, 2020).

Nesse contexto, a substituição gradual desses equipamentos por modelos mais eficientes, aliada à implementação de sistemas de monitoramento e controle do uso de energia, pode gerar economias significativas, além de contribuir para a otimização operacional e a sustentabilidade do *campus* (Ceccarini *et al.*, 2021).

No *campus* Caucaia, não há estações de carregamento para veículos elétricos, o que representa uma lacuna na infraestrutura voltada à mobilidade sustentável e à transição para sistemas de transporte de baixa emissão de carbono. A incorporação de soluções de mobilidade elétrica, incluindo a instalação de estações de recarga, tem sido apontada como uma tendência relevante no desenvolvimento de *campi* inteligentes, ao integrar sustentabilidade, inovação e infraestrutura tecnológica (Chagnon-Lessard *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a implantação de estações de carregamento, ainda que em escala piloto, pode incentivar a adoção de veículos elétricos pela comunidade acadêmica, além de alinhar o *campus* às estratégias globais de descarbonização do transporte. Adicionalmente, essa iniciativa pode favorecer a formação de parcerias com empresas privadas, contribuindo para a viabilização técnica e financeira dessas soluções e para o fortalecimento do ecossistema de inovação institucional.

Outro aspecto observado é a baixa utilização de recursos naturais para iluminação e ventilação nos ambientes fechados do *campus* Caucaia. Apenas 8,2% desses espaços aproveitam luz natural e 2,7% contam com ventilação natural, evidenciando uma forte dependência de recursos artificiais, o que implica maiores custos operacionais e aumento no consumo energético. A adoção de estratégias passivas de eficiência energética, como o aproveitamento da iluminação e ventilação naturais, é amplamente reconhecida como uma prática essencial para a melhoria do desempenho ambiental de edificações em instituições de ensino superior (Dalla Gasperina *et al.*, 2022).

Nesse sentido, é recomendável investir em soluções arquitetônicas que maximizem a entrada de luz natural, como janelas ampliadas e claraboias, reduzindo assim o consumo energético. Além disso, estratégias como ventilação cruzada (aberturas em paredes opostas), posicionamento estratégico de novos edifícios e a instalação de jardins verticais (paredes vivas) podem melhorar o conforto térmico de forma sustentável.

Por fim, os indicadores apontam para a ausência de sensores inteligentes de iluminação e medidores inteligentes de consumo de energia no *campus* Caucaia. A instalação desses dispositivos permite o monitoramento em tempo real, identifica desperdícios e ajusta automaticamente o consumo de acordo com a ocupação dos espaços. Estudos mostram que a introdução dos sensores inteligentes reduz o consumo energético nos diversos ambientes (Manzoor; Linton; Loughlin, 2012; Metallidou; Psannis; Egyptiadiou, 2020).

Os resultados da área de energia evidenciam que, embora algumas iniciativas já estejam em andamento no *campus* Caucaia, como o uso de energias renováveis, há um considerável espaço para aprimoramento na gestão energética do *campus*. A ausência de tecnologias inteligentes e a baixa integração de soluções arquitetônicas sustentáveis representam desafios a serem superados.

Essas ações também reforçariam o compromisso do *campus* com a transição energética e com a criação de um ambiente acadêmico sustentável, alinhado aos ODS 7 – Energia Acessível e Limpa, ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima e às demandas contemporâneas por eficiência e responsabilidade ambiental.

6.2.8. Resultados da área de transporte (indicador 5.1.37)

Para a área de transporte, foi proposto o indicador de taxa de veículos com emissão zero *per capita*, o qual avalia a quantidade total de veículos com emissão zero no *campus* Caucaia em relação à sua população total. O resultado encontrado foi de 0,02 veículo por pessoa, evidenciando uma baixa, ou quase nula, representatividade de veículos sustentáveis.

A mobilidade sustentável constitui um dos eixos estratégicos no desenvolvimento de *campi* inteligentes, sendo frequentemente associada à redução das emissões de carbono e à promoção de sistemas de transporte mais eficientes e integrados (Chagnon-Lessard *et al.*,

2021). Nesse contexto, o resultado observado indica uma oportunidade para o desenvolvimento de soluções de mobilidade mais ecológicas.

O perfil de mobilidade dos usuários no *campus* Caucaia é majoritariamente baseado no uso de veículos particulares e ônibus movidos à combustão. A baixa adesão a veículos de emissão zero, como carros elétricos, *scooters* elétricas e bicicletas, pode estar associada a diversos fatores, incluindo o alto custo de aquisição, a ausência de infraestrutura de suporte, como estações de recarga, a inexistência de ciclofaixas e questões relacionadas à segurança pública.

Adicionalmente, o incentivo a modos de transporte alternativos, como o uso de bicicletas convencionais, sistemas de carona compartilhada e a melhoria da eficiência do transporte público, pode contribuir para a redução da dependência de veículos individuais, independentemente de sua matriz energética, promovendo uma abordagem mais abrangente e sustentável da mobilidade no *campus*.

Outro ponto a ser explorado é a conscientização da comunidade acadêmica. Campanhas educacionais e informativas podem ajudar a destacar os benefícios ambientais e econômicos associados ao uso de veículos com emissão zero, incentivando mudanças comportamentais que aumentem a adoção dessas tecnologias.

O estímulo ao uso de veículos elétricos e transportes sustentáveis também reforçaria o compromisso do *campus* com os ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, ODS 7 – Energia Limpa e Acessível, ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima e ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis.

6.2.9. Resultados da área de pesquisa e inovação (indicadores 5.1.38 a 5.1.41)

A área de pesquisa e inovação desempenha um papel estratégico no desenvolvimento de um *campus* inteligente, promovendo a geração de conhecimento, a criação de tecnologias e o fortalecimento do empreendedorismo. Esses elementos não apenas beneficiam a comunidade acadêmica, mas também criam impactos sociais e econômicos. Para avaliar o desempenho nessa área foram propostos quatro indicadores: taxa de participação de alunos em *startups*, taxa de propriedades intelectuais registradas por servidor, taxa de pesquisadores e porcentagem do orçamento do *campus* destinado à pesquisa e inovação.

Com 5,7% dos alunos ativos participando de *startups*, observa-se um nível inicial de engajamento que pode ser considerado positivo, embora ainda limitado em relação ao

potencial da comunidade acadêmica do *campus* Caucaia. A participação discente em iniciativas empreendedoras constitui um elemento relevante na formação em Engenharia, ao favorecer o desenvolvimento de competências relacionadas à inovação, à resolução de problemas complexos e à aplicação prática do conhecimento (Crawley *et al.*, 2007, p. 12-18).

Esse resultado reflete os esforços institucionais na construção de um ambiente favorável ao empreendedorismo, mas também evidencia a necessidade de ampliar iniciativas que promovam a inserção dos estudantes em projetos inovadores. Nesse sentido, o fortalecimento de parcerias com incubadoras, a implementação de programas de mentoria, o desenvolvimento de projetos em colaboração com empresas e a promoção de competições de inovação podem contribuir significativamente para o aumento desse indicador e para a consolidação de um ecossistema de inovação no *campus*.

O número de propriedades intelectuais registradas anualmente no *campus* Caucaia foi nulo em 2024, evidenciando uma lacuna significativa na produção de propriedade intelectual por parte do corpo docente e dos pesquisadores da instituição. A geração de ativos de propriedade intelectual constitui um importante indicador da capacidade inovadora das instituições de ensino superior, estando frequentemente associada à existência de um ambiente institucional estruturado para pesquisa, desenvolvimento e inovação (Dalla Gasperina *et al.*, 2022).

Fatores como a ausência de suporte jurídico e administrativo para o processo de registro, a falta de incentivos financeiros e limitações na infraestrutura de pesquisa podem estar restringindo a atuação dos pesquisadores nesse campo. Tais limitações evidenciam a necessidade de fortalecimento das políticas institucionais de inovação, incluindo a criação de mecanismos de apoio à proteção da propriedade intelectual e o estímulo à cultura de inovação no ambiente acadêmico.

Ademais, seria importante implementar programas de capacitação em propriedade intelectual e fomentar a criação de tecnologias aplicáveis que possam ser transferidas para o setor produtivo. O fortalecimento dos núcleos de inovação tecnológica (NITs) e uma maior proximidade com o Polo de Inovações do IFCE também podem auxiliar nesse processo, oferecendo suporte aos pesquisadores na transformação de ideias em ativos protegidos e comercializáveis.

A proporção de 4,1% de servidores do *campus* Caucaia que atuam como pesquisadores, demonstra que uma parcela substancial de docentes e técnicos-administrativos não está diretamente envolvida em atividades científicas. Esse cenário pode refletir uma falta de estímulo para que servidores se engajem em atividades de pesquisa. A ampliação do

número de pesquisadores poderia ser alcançada por meio de programas de formação continuada e incentivos, como progressões na carreira baseadas em desempenho científico, concessão de bolsas para pesquisa e criação de redes interdisciplinares que envolvam diferentes áreas do *campus*.

No que diz respeito ao orçamento destinado à pesquisa e inovação, o percentual de 0,9% representa um esforço inicial para alocar recursos a essas áreas, mas pode não ser suficiente para sustentar avanços significativos em longo prazo. A consolidação de ambientes institucionais voltados à inovação depende de investimentos contínuos e estrategicamente orientados, sendo o financiamento um fator determinante para o desenvolvimento de atividades de pesquisa e geração de conhecimento (Dalla Gasperina *et al.*, 2022).

Nesse sentido, torna-se essencial a adoção de estratégias voltadas à diversificação das fontes de financiamento, incluindo o estabelecimento de parcerias com empresas privadas, a captação de recursos por meio de editais públicos e a formalização de convênios com agências de fomento. Além disso, o monitoramento dos impactos decorrentes da aplicação desses recursos configura-se como um elemento fundamental para subsidiar a tomada de decisão e justificar a ampliação de investimentos futuros, contribuindo para a sustentabilidade das ações de pesquisa e inovação no *campus*.

A análise conjunta dos indicadores evidencia que, embora o *campus* Caucaia tenha dado passos iniciais importantes, existem desafios estruturais e estratégicos a serem enfrentados para consolidar uma cultura robusta de pesquisa e inovação. O fortalecimento dessa área requer uma abordagem integrada, combinando políticas institucionais claras, investimentos adequados e estratégias de engajamento que envolvam toda a comunidade acadêmica.

6.2.10. Resultados da área de extensão (indicadores 5.1.42 a 5.1.45)

A área de extensão é um elo entre a instituição acadêmica e a comunidade externa. Através de projetos sociais, culturais e ambientais, a extensão fortalece o compromisso da IES com o desenvolvimento social, a inovação e a transformação comunitária. Assim foram propostos quatro indicadores para a área de extensão: taxa de projetos sociais por professor, taxa de alunos em ONGs, taxa de eventos de arte e cultura por professor e taxa de eventos de educação ambiental por professor.

O indicador que mede a quantidade de projetos sociais desenvolvidos pelo *campus* por professor, com um resultado de 0,2 projeto por ano, aponta para um número relativamente baixo de iniciativas. Este dado sugere que, embora existam projetos sociais sendo desenvolvidos, a adesão dos docentes à área de extensão poderia ser mais robusta. Uma possível explicação para esse índice reduzido pode estar relacionada à carga de trabalho dos professores, que muitas vezes priorizam as atividades de ensino e pesquisa, deixando a extensão em segundo plano.

Para ampliar esse indicador é fundamental integrar as atividades de extensão universitária às matrizes curriculares dos cursos ofertados, processo conhecido como curricularização da extensão. Além disso, a implementação de políticas institucionais que incentivem a participação dos docentes em projetos de extensão, como reconhecimento acadêmico e financeiro, pode fortalecer essa iniciativa. Outra estratégia relevante é a formação de parcerias com organizações não governamentais, empresas e órgãos públicos, o que contribuiria para o aumento da quantidade e qualidade dos projetos sociais desenvolvidos, ampliando seu impacto na comunidade externa.

A participação de 3,7% dos alunos ativos do *campus* Caucaia em ONGs também revela um engajamento modesto dos estudantes com atividades de extensão que envolvem impacto social direto. Embora esse número não seja desprezível, ele ainda está aquém do que seria esperado de uma instituição comprometida com a formação cidadã e com o desenvolvimento comunitário. A inserção dos estudantes em contextos reais e socialmente relevantes constitui um elemento fundamental na formação em Engenharia, ao possibilitar a aplicação prática do conhecimento e o desenvolvimento de competências profissionais e sociais (Crawley *et al.*, 2007, p. 12–18).

A baixa adesão pode ser explicada por uma falta de articulação entre as atividades acadêmicas e as oportunidades de envolvimento em ONGs ou, ainda, pela ausência de incentivos e apoios institucionais. Para aumentar essa porcentagem, o *campus* poderia fortalecer a extensão nos currículos de todos os cursos superiores, oferecendo créditos ou outras formas de reconhecimento aos alunos que se envolvem com causas sociais. Programas de voluntariado universitário, feiras de responsabilidade social e a promoção de redes de colaboração entre ONGs e alunos são alternativas que poderiam estimular maior participação estudantil em iniciativas voltadas para a sociedade.

Em relação aos eventos culturais e de arte, o *campus* Caucaia realiza 0,1 evento por professor anualmente, o que indica que, embora existam atividades culturais, elas são limitadas. A promoção de eventos de arte e cultura é uma forma importante de integrar o

campus à comunidade, valorizando a diversidade e o talento dos alunos e professores (Chagnon-Lessard *et al.*, 2021). No entanto, a taxa de realização desses eventos ainda é baixa, considerando o potencial artístico e cultural do *campus*.

Essa baixa frequência pode ser influenciada pela falta de espaços adequados para tais atividades ou pela falta de uma política institucional mais agressiva no fomento a eventos culturais. A integração de atividades culturais ao calendário acadêmico e a promoção de eventos colaborativos com a comunidade externa podem contribuir para uma maior visibilidade das produções culturais do *campus*.

Finalmente, nenhum evento de extensão sobre educação ambiental ou sustentabilidade foi registrado no ano 2024 no *campus* Caucaia. Esses eventos são essenciais para sensibilizar a comunidade acadêmica e externa sobre questões ambientais urgentes, além de contribuírem para o fortalecimento da imagem do *campus* como uma instituição comprometida com a sustentabilidade.

No entanto, a não realização desses eventos pode refletir a falta de articulação entre os diferentes setores do *campus*, bem como a necessidade de estratégias mais eficazes de comunicação e engajamento da comunidade acadêmica. Para melhorar esse indicador, seria importante estabelecer uma agenda regular de eventos de sustentabilidade e educação ambiental, com o apoio de docentes, alunos e parceiros externos. A ampliação de parcerias com empresas, ONGs e órgãos governamentais pode também permitir a realização de eventos de maior porte e impacto, além de facilitar o acesso a recursos para a implementação dessas ações.

De forma geral, os indicadores analisados indicam que, embora existam esforços para realizar atividades de extensão no *campus* Caucaia, a participação tanto de docentes quanto de alunos em projetos sociais, culturais e ambientais ainda está aquém do potencial da instituição. A expansão dessas iniciativas depende de uma série de fatores, incluindo a implementação de políticas institucionais de incentivo, o fomento a parcerias externas, o fortalecimento da integração entre a extensão e as atividades acadêmicas e o registro sistemático das ações extensionistas em bases de dados institucionais. Um *campus* inteligente não deve apenas integrar tecnologia e inovação, mas também se destacar como um agente transformador que contribui efetivamente para o desenvolvimento social e sustentável.

6.2.11. Resultados da área de ensino-aprendizagem (indicadores 5.1.46 a 5.1.58)

Para a área de ensino-aprendizagem foram propostos 13 indicadores: taxa de proficiência em multilinguismo, taxa de evasão, taxa de retenção, porcentagem do orçamento do *campus* para combate à evasão e retenção, taxa de empréstimos de livros por aluno, taxa de disponibilidade de livros por aluno, taxa de ambientes imersivos de aprendizagem, taxa de ambientes de experimentação prática, taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria, carga horária de ciências humanas nos cursos de ciências exatas, taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação, porcentagem de alunos em projetos com empresas e proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa.

O índice de 4,7% da população do *campus* Caucaia com proficiência em mais de um idioma destaca a necessidade de iniciativas voltadas à internacionalização. A baixa proporção de indivíduos bilíngues ou multilíngues pode limitar a capacidade da instituição de se integrar em um cenário global, especialmente em contextos acadêmicos e de pesquisa.

Esse não é um problema exclusivo do *campus* Caucaia, no *English Proficiency Index* de 2019, por exemplo, o Brasil obteve uma pontuação de 466, posicionando-se na 81ª posição entre 116 países avaliados. Essa pontuação coloca o país na faixa de "baixa proficiência", abaixo da média global de 477 pontos (Oliveira; Bueno, 2021).

Para reverter esse cenário, é recomendada a implementação de programas de ensino bilíngue, intercâmbios culturais e parcerias com instituições internacionais, visando aprimorar as competências linguísticas dos alunos e servidores e prepará-los para oportunidades acadêmicas e profissionais no exterior. O *English Proficiency Index* de 2019, inclusive, destacou que países que conseguiram avanços rápidos no *ranking* investiram fortemente em formação docente, imersão linguística e integração do inglês a outras áreas de conhecimento (Oliveira; Bueno, 2021).

A taxa de evasão anual de 19,0% no *campus* é preocupante e reflete desafios importantes. De acordo com Máximo *et al.* (2024), fatores socioeconômicos regionais e a gestão de custos das instituições têm impacto direto na evasão e retenção acadêmica. Embora 33% do orçamento anual do *campus* Caucaia seja destinado a programas de incentivo para combater a evasão, o resultado encontrado sugere a necessidade de estratégias adicionais. Assim, abordagens integradas que considerem suporte psicopedagógico, metodologias de ensino ativas e políticas de assistência estudantil podem ser eficazes na redução da evasão.

Dos 33% do orçamento anual para programas de combate à evasão, aproximadamente 80% do valor é direcionado à alimentação ofertada aos alunos. Para tornar as ações mais

eficazes, seria importante diversificar os investimentos, incluindo, além dos já mencionados, a formação de tutores, nivelamento de alunos, programas de mentoria, o monitoramento contínuo das causas da evasão e a realização de avaliações periódicas desses programas.

Vale destacar que o IFCE, por meio da Diretoria de Assuntos Estudantis (DAE), já dispõe de um conjunto de políticas voltadas a garantir condições mínimas de permanência e sucesso acadêmico aos estudantes. Entre as iniciativas estão auxílio alimentação, transporte, moradia estudantil, atendimento psicossocial, atendimento à saúde e programas de inclusão digital, medidas que buscam reduzir desigualdades e promover a permanência e a formação integral dos alunos.

A taxa de retenção anual de 22,9% indica que uma parcela significativa dos alunos enfrenta dificuldades para avançar nos cursos dentro do período previsto. Esse resultado pode ser atribuído a diversos fatores, incluindo deficiências na formação básica, dificuldades financeiras, falta de adaptação ao ambiente acadêmico, currículos pouco atrativos ou problemas de engajamento.

Conforme Rodrigues *et al.* (2021), a implementação de metodologias ativas de ensino, o fortalecimento do apoio acadêmico e intervenções direcionadas, como reforço escolar, mentoria acadêmica e adaptação curricular, podem melhorar a progressão dos estudantes e reduzir os índices de retenção. Além disso, é essencial avaliar quais disciplinas e cursos superiores apresentam maior grau de dificuldade para propor soluções personalizadas.

A média de 4,8 empréstimos de livros por aluno ativo anualmente sugere um uso moderado dos recursos bibliográficos disponíveis. Uma pesquisa realizada pela Universidade Federal de Rondônia analisou a relação entre o sucesso acadêmico e o uso da biblioteca universitária, especificamente os empréstimos domiciliares. Embora a pesquisa não forneça uma média específica de empréstimos por aluno, destaca-se que os alunos que mais utilizaram os serviços de empréstimo apresentaram melhor desempenho acadêmico (Hubner; Andretta, 2016).

Para incentivar um maior engajamento com as bibliotecas, é recomendada a promoção de atividades que estimulem a leitura e a pesquisa, como clubes do livro, *workshops* e integração de materiais bibliográficos nas disciplinas curriculares. Além disso, a atualização constante do acervo e recursos digitais, pode tornar a biblioteca mais atraente para os estudantes.

De acordo com os parâmetros estabelecidos no Manual de Elaboração de Projetos Pedagógicos dos Cursos do Instituto Federal do Ceará (IFCE, 2017), recomenda-se a disponibilidade de pelo menos um exemplar da bibliografia básica para cada seis alunos e

dois exemplares de cada título da bibliografia complementar em cada disciplina. No contexto do *campus* Caucaia, a relação de 11,4 livros disponíveis por aluno ativo demonstra um acervo em desenvolvimento, cujo fortalecimento é essencial para atender de forma equitativa às demandas de todos os cursos e disciplinas.

A adequação plena a esses parâmetros requer não apenas a ampliação quantitativa do acervo, mas também sua atualização e diversificação, de modo a contemplar as diferentes áreas de conhecimento e promover o acesso a recursos físicos e digitais de qualidade. Essa ampliação deve ser acompanhada por um planejamento orçamentário estratégico e, quando possível, parcerias interinstitucionais que garantam a sustentabilidade e a efetividade das ações de melhoria.

A ausência de ambientes imersivos de aprendizagem no *campus* Caucaia representa uma oportunidade significativa de melhoria, especialmente em um contexto no qual as tecnologias educacionais desempenham papel central na formação dos estudantes. A incorporação de soluções tecnológicas avançadas no ambiente acadêmico, como laboratórios virtuais, aplicações de realidade aumentada e simulações interativas, tem sido apontada como um dos elementos estruturantes no desenvolvimento de *campi* inteligentes (Dong *et al.*, 2020; Ceccarini *et al.*, 2021).

Nesse sentido, o investimento na implementação desses espaços pode contribuir para a melhoria dos resultados acadêmicos e para o fortalecimento do processo de ensino-aprendizagem, ao torná-lo mais atrativo e alinhado às demandas contemporâneas.

A proporção de 41,7% de ambientes de experimentação prática em relação ao total de ambientes de ensino pode ser considerada positiva, na medida em que evidencia um direcionamento institucional para o fortalecimento da formação aplicada dos estudantes, aspecto central no ensino de Engenharia contemporâneo.

No entanto, é fundamental assegurar que esses espaços estejam adequadamente equipados, atualizados e alinhados às demandas tecnológicas de cada curso, de modo a garantir sua efetiva contribuição para o desenvolvimento de competências profissionais. Além disso, a integração entre atividades práticas e conteúdos teóricos constitui um elemento essencial para a consolidação do processo de ensino-aprendizagem, favorecendo abordagens baseadas em metodologias ativas e na resolução de problemas reais (Barbosa; Moura, 2013; Diesel *et al.*, 2017; CNI, 2021; Dong *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2019).

A taxa de participação de 12,2% em programas de mentoria ou tutoria sugere que essas iniciativas ainda não estão amplamente acessíveis ou não possuem grande adesão.

Programas de mentoria acadêmica têm sido amplamente reconhecidos como ferramentas eficazes para melhorar o desempenho dos estudantes e reduzir a evasão (Crisp; Cruz, 2009).

Estudos indicam que a tutoria também pode melhorar significativamente a adaptação ao ambiente acadêmico e o rendimento dos alunos (Colvin; Ashman, 2010). Para ampliar esse índice, o *campus* Caucaia poderia capacitar mais mentores, fortalecer a divulgação desses programas, criar redes de apoio entre pares e integrar a mentoria como parte estruturante da experiência universitária.

A presença de 19,3% da carga horária dedicada às ciências humanas nos cursos de ciências exatas e tecnológicas do *campus* Caucaia reflete a preocupação da instituição com a formação integral dos alunos. A Resolução CNE nº 2/2019 reforça essa abordagem ao destacar a importância da formação humanística na Engenharia, essencial para o desenvolvimento de uma visão crítica, ética e socialmente responsável. Da mesma forma, Crawley *et al.* (2007) recomendam um equilíbrio entre o conhecimento técnico e o desenvolvimento de habilidades interpessoais e sistêmicas na formação em Engenharia.

Já a ausência de alunos matriculados em atividades de empreendedorismo ou inovação sugere que o *campus* Caucaia não oferece programas estruturados nessas áreas. A formação empreendedora é essencial para a competitividade no mercado de trabalho, como destacado por Kuratko (2005), que afirma que o ensino de empreendedorismo deve ser uma prioridade na educação superior.

Ademais, o relatório do *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM, 2022, p. 92) mostra que universidades que promovem iniciativas de inovação aumentam significativamente a empregabilidade e a criação de *startups* pelos seus egressos. Para melhorar esse índice, o *campus* poderia estabelecer incubadoras, empresas juniores, *hackathons* e parcerias com *startups*, além de reforçar a divulgação dessas iniciativas junto aos alunos.

A participação de 12,2% dos alunos do *campus* Caucaia em projetos firmados com empresas ou indústrias indica um nível moderado de interação universidade-mercado. Segundo Etzkowitz e Leydesdorff (2000), a colaboração entre universidades e setores produtivos é essencial para a inovação e a empregabilidade dos graduandos.

No Brasil, por exemplo, iniciativas como o Programa Rota 2030¹⁴ e parcerias universidade-indústria na área de Engenharia demonstram impactos positivos na inserção dos alunos no mercado de trabalho. Esse indicador poderia ser ampliado por meio da implementação de estágios curriculares obrigatórios, do fomento a projetos de Pesquisa e

¹⁴ Endereço eletrônico: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>

Desenvolvimento (P&D) colaborativos, especialmente por meio dos incentivos previstos na Lei do Bem¹⁵, e do estímulo a disciplinas baseadas em desafios reais da indústria, que aproximem a formação acadêmica das demandas produtivas contemporâneas.

A adoção de metodologias de aprendizagem ativa em 93,1% da carga horária dos cursos superiores do *campus* Caucaia é um indicador altamente positivo. Metodologias como a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e a Aprendizagem Cooperativa são amplamente reconhecidas como eficazes para melhorar o engajamento e a retenção do conhecimento (Prince, 2004).

Observou-se que o *campus* utiliza bastante Estudos de Caso, Seminários e Discussão em grupo nos seus planos de disciplinas. No entanto, a alta presença dessas metodologias requer monitoramento contínuo para garantir que sejam aplicadas corretamente e que os professores recebam capacitação adequada. Além disso, a mensuração do impacto dessas abordagens no desempenho acadêmico dos alunos deve ser realizada periodicamente.

Os indicadores da área de ensino-aprendizagem do *campus* Caucaia revelam avanços importantes em algumas áreas, como a adoção de metodologias ativas e a infraestrutura para experimentação prática. No entanto, ainda existem desafios consideráveis, especialmente em relação à internacionalização, retenção e evasão, interação com o setor produtivo e incentivo ao empreendedorismo.

Esses resultados são importantes para a avaliação da qualidade do processo educacional no *campus*, proporcionando uma análise crítica e fundamentada das áreas que demandam aprimoramento. A identificação dessas áreas de intervenção permite a formulação de estratégias institucionais mais eficazes e a implementação de ações corretivas e preventivas.

Nesse contexto, a abordagem integrada no planejamento institucional é fundamental, pois possibilita o alinhamento das políticas acadêmicas com as necessidades educacionais emergentes e demandadas pelas novas DCNs de Engenharia, promovendo, assim, o aprimoramento contínuo da experiência acadêmica e o avanço das práticas pedagógicas.

6.2.12. Resultados da área social (indicador 5.1.59)

A exclusão digital não afeta apenas alunos de baixa renda, mas também professores e técnicos que podem não ter acesso adequado a dispositivos ou infraestrutura tecnológica de

¹⁵ Lei nº 11.196/2005, conhecida como a Lei do Bem, regulamentado pelo Decreto nº 5.798, de 7 de junho de 2006.

qualidade. Assim, para a área social, foi proposto o indicador porcentagem do orçamento do *campus* para redução da exclusão digital.

No *campus* Caucaia, o indicador analisado apontou que apenas 1,8% do orçamento anual é destinado a programas voltados à redução da exclusão digital. A baixa proporção do orçamento dedicada a essa área pode ser explicada por uma priorização de outras demandas financeiras, como manutenção da infraestrutura física do *campus*, pagamento de pessoal terceirizado, serviços básicos para operação do *campus* e alimentação estudantil.

Contudo, estudos mostram que programas voltados à inclusão digital tendem a ter um impacto multiplicador significativo, melhorando o desempenho acadêmico e fortalecendo a integração da instituição com a sociedade (Izquierdo; Paulo, 2023; Silva *et al.*, 2024). Para ampliar este percentual, o *campus* Caucaia poderia adotar estratégias como parcerias público-privadas e a obtenção de recursos externos, como editais de financiamento voltados à tecnologia educacional.

Além disso, a continuidade da distribuição de dispositivos tecnológicos (*tablets*) para alunos de baixa renda, a oferta de capacitações em tecnologias digitais e a ampliação do acesso à *internet* nas dependências do *campus*, são ações que podem fortalecer os esforços de inclusão digital. Por outro lado, é essencial que esses programas sejam acompanhados por políticas de monitoramento e avaliação para garantir que os investimentos realizados tenham um impacto significativo na redução das desigualdades digitais.

O acesso às tecnologias digitais também reforçaria o compromisso do *campus* com o ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura.

6.2.13. Resultados da área administrativa (indicador 5.1.60)

O índice de 94,1% de satisfação dos estudantes em relação aos serviços administrativos do *campus* Caucaia reflete um cenário positivo, mas também levanta pontos importantes para discussão no contexto da gestão de um *campus* inteligente. Esse resultado demonstra que uma significativa parcela dos estudantes está satisfeita com os serviços administrativos oferecidos, sugerindo que a infraestrutura de gestão, os processos e as ferramentas utilizadas são, em sua maior parte, eficazes e capazes de atender às necessidades dos alunos.

O índice alcançado pode estar relacionado à implementação de processos administrativos digitalizados e acessíveis. Um exemplo é o uso de tecnologias que otimizam o

fluxo de informações e a comunicação, como os portais institucionais, nos quais os alunos do *campus* conseguem resolver demandas administrativas remotamente. Além disso, o atendimento presencial eficiente e uma equipe administrativa bem treinada também contribuem para uma experiência mais satisfatória.

Por outro lado, uma parcela de 5,9% de estudantes não se sente plenamente atendida. Nesse caso, a sugestão é promover uma escuta ativa por meio de pesquisas qualitativas e quantitativas, buscando compreender melhor as necessidades desse grupo. Além disso, a utilização de tecnologias pode potencializar ainda mais os serviços administrativos e melhorar os índices de satisfação. A adoção de inteligência artificial, por exemplo, permite a criação de assistentes virtuais para resolver questões frequentes e proporcionar suporte 24/7. Esse tipo de inovação, quando bem implementado, não apenas aumenta a eficiência, mas também proporciona uma experiência mais personalizada e inclusiva.

Por fim, o impacto da satisfação administrativa vai além dos números. Conforme Luciano Júnior *et al.* (2025), estudantes que percebem um serviço administrativo eficiente tendem a se engajar mais nas atividades acadêmicas e extracurriculares, fortalecendo seu vínculo com a instituição. Esse engajamento pode influenciar diretamente na retenção de alunos, no aumento da reputação institucional e na promoção de um ambiente acadêmico mais colaborativo.

6.3. Resultados da pesquisa com os alunos do *campus* Caucaia

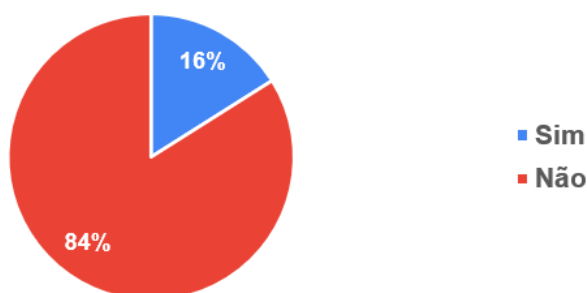
A pesquisa sobre a percepção dos estudantes em relação ao tema *campus* inteligente foi realizada no *campus* Caucaia do IFCE, no mês de fevereiro de 2025, pelo próprio autor desta tese. O público-alvo foi constituído por discentes do terceiro, do quinto e do sétimo semestres do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção. Do total de 97 alunos matriculados, 81 responderam à pesquisa, configurando uma amostra significativa do universo investigado. A idade dos respondentes variou entre 17 e 39 anos, sendo 56% do sexo feminino e 44% do masculino.

Com o objetivo de obter resultados mais consistentes, o tema foi previamente apresentado e discutido com os participantes, abordando-se os principais conceitos, benefícios, características definidoras de um *campus* inteligente, bem como exemplos nacionais e internacionais.

A análise dos dados foi conduzida por meio de estatísticas descritivas, em função do caráter exploratório e diagnóstico do instrumento, voltado à identificação de percepções gerais sobre os *campi* inteligentes. Destaca-se que o questionário é composto por itens de natureza heterogênea, não configurando uma escala unidimensional, o que limita a aplicação de testes de confiabilidade interna. Do mesmo modo, não foram realizadas análises inferenciais ou de correlação, uma vez que o objetivo desta etapa não consistiu em estabelecer relações entre variáveis, mas delinear um panorama descritivo das percepções dos estudantes.

A pergunta "Você já conhecia o conceito de *campus* inteligente?" revelou que, antes da pesquisa, apenas 16% dos alunos estavam familiarizados com o tema, enquanto 84% afirmaram não o conhecer (Figura 8). Esse resultado evidencia uma baixa disseminação do conceito, o que aponta para a necessidade de ações educativas, informativas e de sensibilização sobre o que caracteriza um *campus* inteligente e quais são seus benefícios.

Figura 8 — Você já conhecia o conceito de *campus* inteligente?



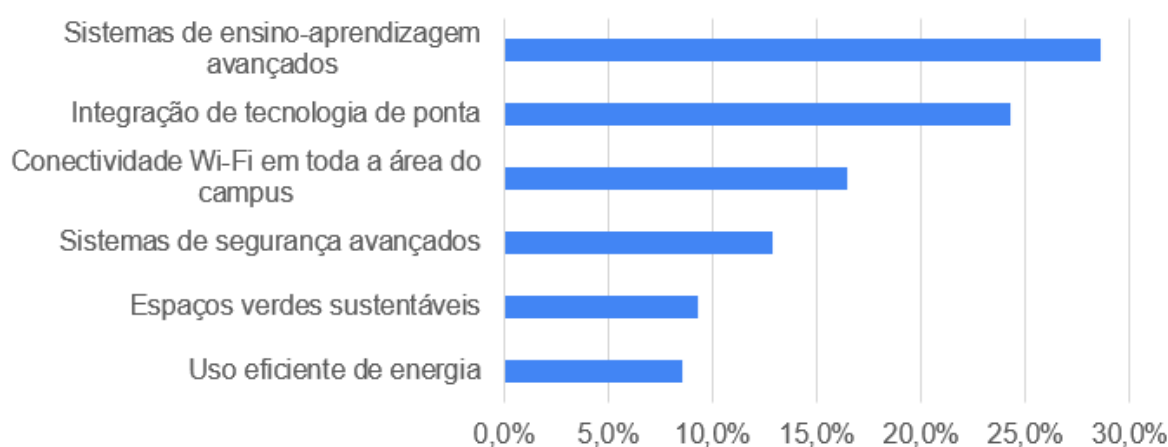
Fonte: Autor (2026)

A falta de conhecimento prévio pode representar um obstáculo inicial à implementação de tecnologias e soluções inovadoras, mas também oferece uma oportunidade de formação e engajamento das partes interessadas. Ao ampliar a compreensão sobre o tema, as instituições de ensino podem estimular uma maior adesão e participação da comunidade acadêmica, tornando os processos de transformação digital mais inclusivos e eficazes.

Nesse sentido, cabe destacar que o *campus* Caucaia já contempla, na matriz curricular do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção, a disciplina “Tendências Tecnológicas na Engenharia de Produção”. Com carga horária de 40 horas, ofertada de forma obrigatória no nono semestre do curso, essa disciplina aborda, em seu conteúdo programático, a temática das cidades inteligentes e sustentáveis, que possuem relação com os *campi* inteligentes. A ementa completa da disciplina pode ser observada no Anexo II.

Na questão “Selecione as características que, na sua opinião, definem melhor um *campus* inteligente”, observou-se uma convergência quanto à percepção de que um *campus* inteligente deve, prioritariamente, possuir sistemas de ensino-aprendizagem avançados e integrar tecnologias de ponta (Figura 9). Essas duas categorias apareceram de forma recorrente nas respostas, demonstrando uma valorização do ambiente educacional que não apenas fornece recursos tecnológicos atualizados, mas que também os articula de forma pedagógica para potencializar a aprendizagem.

Figura 9 — Características que definem melhor um *campus* inteligente

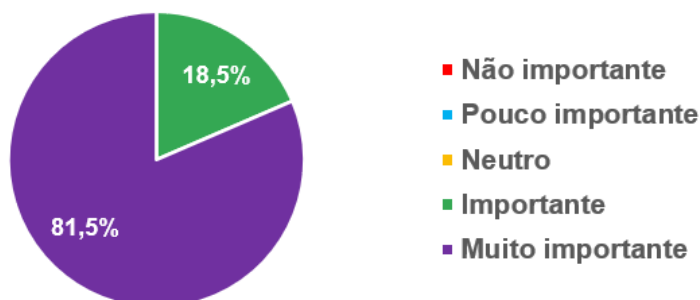


Fonte: Autor (2026)

A conectividade Wi-Fi em toda a área do *campus* também surge como um importante elemento, destacando a importância de uma infraestrutura de rede robusta e acessível. Além disso, aspectos como o uso eficiente de energia, a presença de sistemas de segurança avançados e a existência de espaços verdes sustentáveis foram mencionados com frequência, revelando uma consciência ambiental e uma preocupação com o bem-estar físico e emocional no espaço acadêmico.

A pergunta "Em uma escala de 1 a 5, quão importante você acredita que é a implementação de tecnologias inteligentes em um *campus* universitário?" revelou uma forte valorização do tema pelos respondentes. Nenhum participante atribuiu notas baixas (1, 2 ou 3), o que demonstra ausência de percepções negativas ou indiferentes em relação ao assunto. A maior parte dos respondentes — 81,5% — classificou a implementação como "muito importante", enquanto 18,5% consideraram-na "importante" (Figura 10).

Figura 10 — Em uma escala de 1 a 5, quão importante você acredita que é a implementação de tecnologias inteligentes em um *campus* universitário?

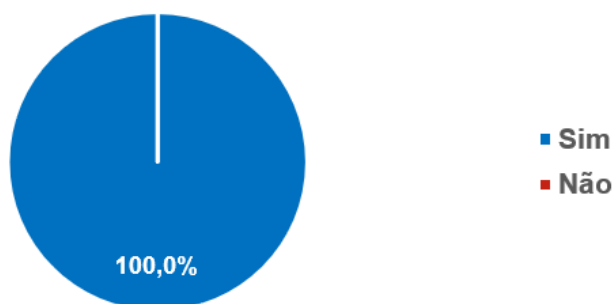


Fonte: Autor (2026)

Esse resultado reforça a consciência coletiva sobre o papel estratégico das tecnologias inteligentes na modernização dos ambientes universitários, na promoção da sustentabilidade, na otimização de recursos e na melhoria da experiência acadêmica. Nesse sentido, a uniformidade das opiniões aponta para um cenário favorável à adoção de políticas e projetos voltados ao desenvolvimento de *campi* inteligentes.

Para a pergunta "Você acredita que um *campus* inteligente pode melhorar a experiência acadêmica e o desempenho dos alunos?", 100% dos alunos responderam afirmativamente (Figura 11). Esse dado revela uma unanimidade na percepção de que a implementação de tecnologias inteligentes nos *campi* universitários pode trazer benefícios significativos para a vivência acadêmica. Tal concordância evidencia uma forte confiança no potencial transformador das inovações tecnológicas, especialmente no que diz respeito à melhoria do aprendizado, da gestão do tempo, da comunicação institucional e do acesso a recursos pedagógicos mais eficientes.

Figura 11 — Você acredita que um *campus* inteligente pode melhorar a experiência acadêmica e o desempenho dos alunos?



Fonte: Autor (2026)

Na questão “Que tipo de tecnologia você gostaria de ver implementada em um *campus* inteligente?”, a inteligência artificial (IA) destacou-se como a tecnologia mais mencionada, sugerindo um interesse por sistemas capazes de personalizar a aprendizagem, apoiar o ensino e otimizar processos acadêmicos e administrativos. Em paralelo, há uma ênfase na melhoria da conectividade e na disponibilidade de computadores de alto desempenho, o que demonstra a necessidade de uma infraestrutura digital robusta para suportar as demais inovações.

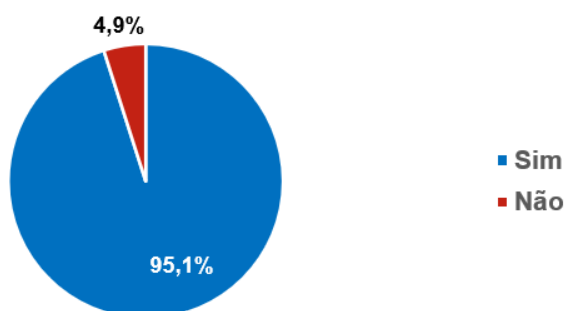
Tecnologias voltadas à sustentabilidade, como energia solar e eólica, sistemas de irrigação inteligente, e edifícios com certificações ambientais, também foram mencionadas, indicando uma preocupação crescente com a responsabilidade ambiental e a eficiência energética. Já as ferramentas como lousas digitais, salas de aula inteligentes, realidade aumentada e ambientes imersivos de aprendizagem evidenciam o desejo por experiências educacionais mais interativas e engajadoras.

Ademais, a presença constante de itens como sistemas de reconhecimento facial, sensores inteligentes e monitoramento de saúde sugere uma demanda por segurança, automação e bem-estar no cotidiano universitário. Esses dados reforçam a importância de conceber o *campus* inteligente não apenas como um espaço tecnologicamente equipado, mas como um sistema integrado que promova inovação pedagógica, sustentabilidade, segurança e qualidade de vida.

A pergunta "Você se sentiria mais seguro em um *campus* que utiliza tecnologias inteligentes de segurança?" obteve 95,1% de respostas afirmativas, indicando que a maioria dos participantes reconhece o papel das tecnologias inteligentes como fator de aumento da sensação de segurança no ambiente universitário. Apenas 4,9% dos respondentes disseram que não se sentiriam mais seguros (Figura 12).

Esses dados sugerem que a integração de soluções como videomonitoramento inteligente, controle de acesso automatizado, iluminação adaptativa e alertas em tempo real, por exemplo, é vista como um elemento positivo na infraestrutura dos *campi* universitários. Além de contribuir para a prevenção de incidentes, essas tecnologias podem também reforçar a sensação de acolhimento e bem-estar, aspectos importantes para a permanência e o bom desempenho acadêmico dos estudantes.

Figura 12 — Você se sentiria mais seguro em um *campus* que utiliza tecnologias inteligentes de segurança?

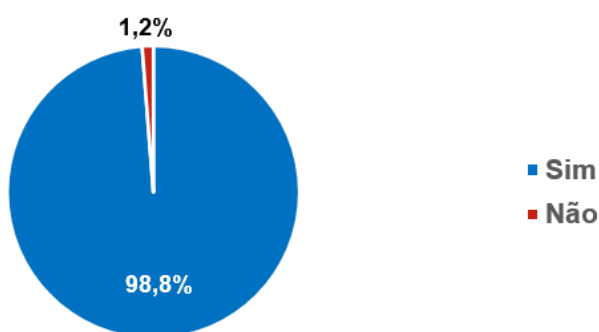


Fonte: Autor (2026)

A questão "Você acredita que um *campus* inteligente pode contribuir para a sustentabilidade ambiental?" obteve 98,8% de respostas afirmativas, enquanto apenas 1,2% dos respondentes manifestaram não acreditar nessa relação (Figura 13). O resultado indica uma concordância sobre o potencial dos *campi* inteligentes em promover práticas sustentáveis no ambiente universitário.

Entre as contribuições mais reconhecidas estão o uso eficiente de energia, a gestão inteligente de resíduos, a redução do consumo de recursos naturais e a aplicação de tecnologias para monitoramento e preservação ambiental. A percepção positiva reforça a importância de alinhar os projetos de *campus* inteligente aos princípios da sustentabilidade, promovendo uma cultura institucional voltada para a responsabilidade ambiental, inovação e bem-estar coletivo.

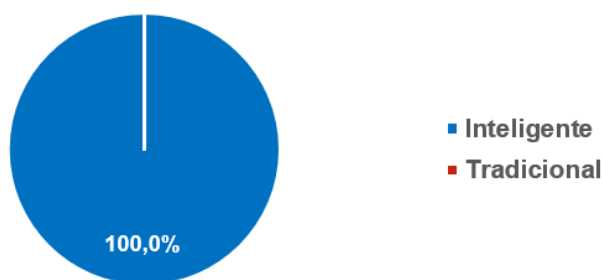
Figura 13 — Você acredita que um *campus* inteligente pode contribuir para a sustentabilidade ambiental?



Fonte: Autor (2026)

Na pergunta “Se pudesse escolher, você escolheria estudar em um *campus* tradicional ou em um *campus* inteligente?”, 100% dos respondentes indicaram preferência pelo *campus* inteligente (Figura 14). Essa unanimidade revela um desejo por ambientes acadêmicos mais modernos, tecnológicos e conectados, que ofereçam recursos avançados para ensino, pesquisa, bem-estar e segurança.

Figura 14 — Se pudesse escolher, você escolheria estudar em um *campus* tradicional ou em um *campus* inteligente?



Fonte: Autor (2026)

A ausência total de respostas favoráveis ao modelo tradicional reforça a percepção de que as instituições de ensino superior precisam se adaptar às exigências de uma nova geração de estudantes, que valoriza inovação, acessibilidade, sustentabilidade e experiências personalizadas. Esse dado também destaca a relevância de se investir na transformação digital dos *campi* como estratégia para atrair, engajar e reter alunos, além de fortalecer a imagem institucional diante dos desafios contemporâneos da educação.

Para a questão “Quais desafios você acredita que podem surgir com a implementação de um *campus* inteligente?”, o fator mais recorrente apontado foi o custo para implementação e manutenção do *campus* inteligente, evidenciando uma preocupação significativa com os recursos financeiros necessários tanto para viabilizar quanto para sustentar as inovações tecnológicas ao longo do tempo. Além disso, destaca-se a resistência à mudança, sobretudo entre diferentes gerações de docentes e discentes, o que pode comprometer a adoção e o uso efetivo das tecnologias disponíveis.

A adaptação das partes interessadas, incluindo estudantes, professores, técnicos e gestores, foi igualmente apontada, especialmente frente à necessidade de capacitação contínua para o uso eficiente das ferramentas digitais e inteligentes. Já problemas relacionados à segurança da informação, como privacidade de dados e segurança cibernética, também foram

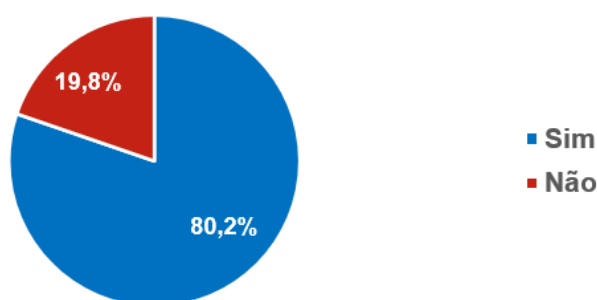
frequentes nas respostas, refletindo uma preocupação com os riscos associados à crescente digitalização dos ambientes educacionais.

Outros pontos relevantes e mencionados foram a dependência tecnológica, a obsolescência de equipamentos, a integração entre os diversos sistemas do *campus*, e as questões de acessibilidade e inclusão, indicando uma visão abrangente dos estudantes sobre os impactos sociais e técnicos da transformação digital no ensino superior. Esses dados reforçam a importância de se adotar uma abordagem sistêmica e participativa no planejamento dos *campi* inteligentes, que considere não apenas a infraestrutura, mas também os aspectos humanos, culturais e éticos dessa transição.

A pergunta "Você se sentiria confortável com a coleta de dados pessoais para melhorar os serviços oferecidos por um *campus* inteligente?" revelou que 80,2% dos alunos estariam dispostos a compartilhar suas informações em prol de melhorias nos serviços e na experiência acadêmica. Por outro lado, 19,8% demonstraram resistência ou desconforto com essa prática, o que indica que, embora a maioria reconheça os benefícios do uso de dados, há uma necessidade clara de atenção à privacidade e à transparência (Figura 15).

Esse resultado evidencia que a coleta e o uso de dados devem ser conduzidos com responsabilidade, respeitando princípios éticos, legais (como a LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados) e comunicacionais. Portanto, o sucesso da implementação de tecnologias inteligentes depende, também, da confiança institucional e da criação de políticas claras de governança de dados que assegurem o direito à privacidade dos usuários.

Figura 15 — Você se sentiria confortável com a coleta de dados pessoais para melhorar os serviços oferecidos por um *campus* inteligente?

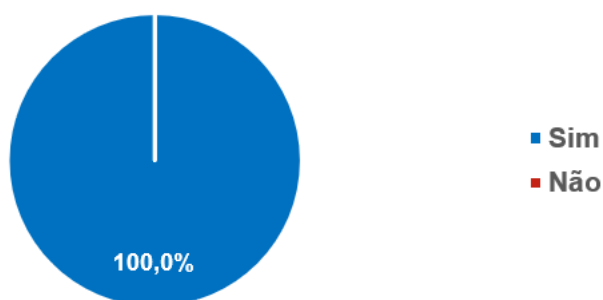


Fonte: Autor (2026)

A pergunta "Você acredita que um *campus* inteligente pode facilitar a colaboração entre alunos, professores e funcionários?" teve 100% de respostas afirmativas, demonstrando uma unanimidade quanto ao papel das tecnologias inteligentes na promoção de um ambiente

mais integrado e colaborativo (Figura 16). Essa percepção reforça a ideia de que, por meio de plataformas digitais, sistemas de comunicação ágeis, espaços físicos interativos e soluções que promovem o acesso à informação em tempo real, é possível fortalecer o vínculo entre os diferentes atores da comunidade acadêmica.

Figura 16 — Você acredita que um *campus* inteligente pode facilitar a colaboração entre alunos, professores e funcionários?



Fonte: Autor (2026)

Além disso, o resultado obtido aponta para uma expectativa clara de que os *campi* inteligentes funcionem como ambientes adaptativos, capazes de estimular o trabalho em equipe, a troca de conhecimentos e a construção coletiva de soluções, aspectos fundamentais para uma educação superior alinhada às novas DCNs de Engenharia.

As respostas à questão “Que sugestões você teria para melhorar a implementação de um *campus* inteligente?” revelaram a complexidade desse processo e da importância de uma abordagem participativa, gradual e estrategicamente planejada. Em primeiro lugar, destacou-se a necessidade de envolvimento ativo de toda a comunidade acadêmica (alunos, docentes, técnicos e gestores) por meio de consultas, reuniões e escuta qualificada dos usuários finais. Em segundo lugar, as contribuições apontaram para a relevância de projetos-piloto e de um planejamento em etapas, que possibilitem a testagem e o aprimoramento das tecnologias antes de sua adoção em larga escala.

Houve também ênfase em capacitação digital contínua para todas as partes interessadas, o que reforça a percepção de que a inovação tecnológica deve caminhar junto com o desenvolvimento de competências humanas. Outra preocupação recorrente referiu-se à infraestrutura tecnológica e de segurança, com destaque para redes de *internet* robustas, *softwares* atualizados e sistemas de proteção de dados.

Além disso, os estudantes demonstraram sensibilidade social e ambiental ao sugerirem práticas sustentáveis, acessibilidade universal e iniciativas voltadas ao bem-estar, como áreas

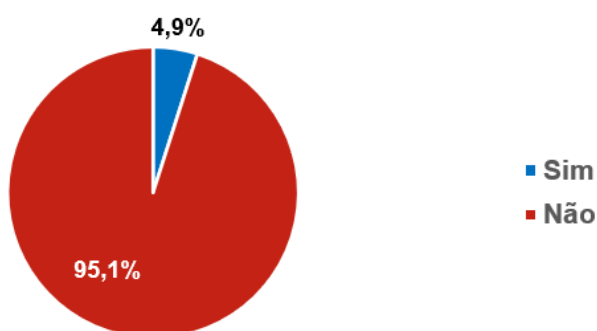
de lazer, refeitórios otimizados e transporte público eficiente. Essas contribuições sinalizam que os futuros engenheiros reconhecem que a inteligência do *campus* não reside apenas na tecnologia empregada, mas também em como ela é integrada às necessidades reais da comunidade, promovendo inclusão, segurança, sustentabilidade e eficiência pedagógica.

Na pergunta “Como você acredita que um *campus* inteligente pode influenciar a comunidade local?”, os estudantes destacaram, majoritariamente, o potencial do *campus* como polo de inovação, capaz de atrair investimentos, fomentar o empreendedorismo e gerar empregos, especialmente em áreas ligadas à tecnologia e sustentabilidade. Ademais, reconheceram a importância da transferência de conhecimento por meio de parcerias com empresas, incubadoras de *startups* e projetos de extensão.

Observou-se também uma valorização da sustentabilidade e da qualidade de vida, com menções a soluções ecológicas como energia solar, gestão de resíduos e hortas que, além de beneficiar o *campus*, podem influenciar positivamente o entorno e inspirar políticas públicas. Outro ponto recorrente foi a melhoria na infraestrutura tecnológica e na comunicação entre instituição e comunidade, promovendo maior integração social, cultural e educacional.

A pergunta “Você já teve alguma experiência prévia em um *campus* universitário que você considera inteligente?” revelou que apenas 4,9% dos respondentes já passaram por esse tipo de vivência, enquanto 95,1% afirmaram que nunca tiveram essa experiência (Figura 17). Esse resultado mostra que, na prática, o contato com ambientes considerados inteligentes ainda é muito limitado entre os participantes.

Figura 17 — Você já teve alguma experiência prévia em um *campus* universitário que você considera inteligente?



Fonte: Autor (2026)

Entre os poucos respondentes que assinalaram “sim”, as experiências mencionadas incluíram *internet* sem fio (Wi-Fi), biblioteca digital, comunicação visual e sensores

inteligentes, elementos pontuais que indicam a presença de recursos tecnológicos, mas que não necessariamente caracterizam um *campus* inteligente em sua totalidade. Isso sugere que, mesmo em contextos nos quais há uso de tecnologia, ela ainda não está plenamente integrada ou reconhecida como parte de uma proposta mais ampla de *campus* inteligente. O dado reforça a necessidade de investimentos não só em infraestrutura, mas também em divulgação e apropriação do conceito pela comunidade acadêmica.

Na questão “Quais são as suas preocupações em relação à privacidade em um *campus* inteligente?”, a principal inquietação dos alunos relacionou-se ao vazamento de dados, citado de forma recorrente, acompanhado pela preocupação de uso indevido, comercialização ou coleta excessiva de informações sensíveis, como localização, hábitos, interações e até aspectos emocionais.

A sensação de vigilância constante e a possibilidade de intromissão na vida pessoal também apareceram como tensões relevantes, demonstrando um receio quanto à perda de autonomia e anonimato no espaço universitário. Ainda que parte dos estudantes afirme não possuir preocupações, as respostas obtidas indicam a necessidade de se estabelecer políticas claras de consentimento, limites de coleta e uso de dados, bem como mecanismos robustos de segurança cibernética.

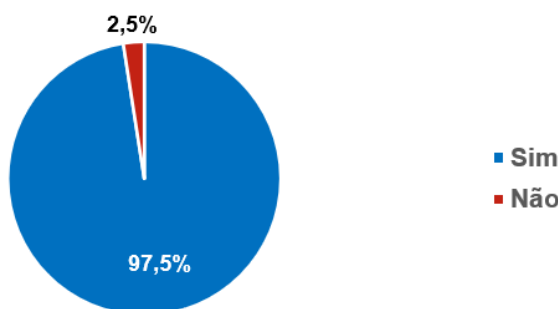
Nesse sentido, destaca-se a importância de uma implementação ética e transparente, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), assegurando que o *campus* inteligente não comprometa direitos fundamentais em nome da inovação. Esses aspectos devem ser considerados de forma transversal no planejamento e desenvolvimento das infraestruturas tecnológicas, promovendo a confiança e o engajamento da comunidade acadêmica na transformação digital das instituições de ensino superior.

A questão "Você acredita que um *campus* inteligente pode aumentar a produtividade acadêmica dos alunos?" obteve 97,5% de respostas afirmativas, enquanto apenas 2,5% dos respondentes não acreditam nessa relação (Figura 18). Esse resultado indica a percepção positiva de que a tecnologia, quando integrada de forma estratégica ao ambiente universitário, tem o potencial de otimizar o tempo, os recursos e os processos de aprendizagem dos estudantes. Ferramentas como plataformas de gestão acadêmica, sistemas de recomendação de conteúdo, ambientes virtuais de aprendizagem e infraestrutura conectada podem contribuir para uma rotina mais eficiente, organizada e personalizada.

Já a presença de uma minoria que não compartilha dessa visão também sinaliza a importância de abordar questões como excesso de estímulos digitais, distrações ou dependência tecnológica, promovendo o uso consciente e equilibrado dessas ferramentas. De

modo geral, o resultado aponta que a maioria dos participantes reconhece os impactos positivos de um *campus* inteligente na performance acadêmica.

Figura 18 — Você acredita que um *campus* inteligente pode aumentar a produtividade acadêmica dos alunos?



Fonte: Autor (2026)

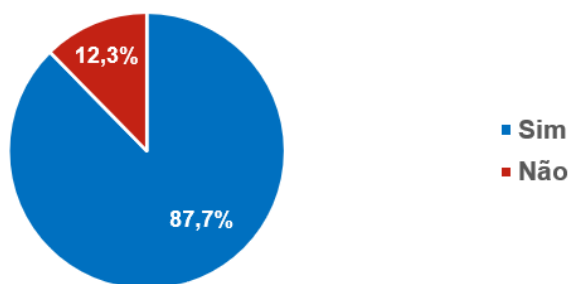
Na pergunta “Como você imagina que um *campus* inteligente pode ser adaptado para atender às necessidades de pessoas com deficiência?”, as sugestões apontaram para um uso estratégico de tecnologias assistivas, como leitores de tela, comandos por voz, aplicativos de navegação e tradução simultânea em Libras, bem como infraestrutura física acessível, incluindo rampas, elevadores adaptados, portas automáticas e pisos táteis. Os alunos também destacaram a importância de soluções personalizadas, como sistemas de IA capazes de identificar e responder às necessidades específicas de cada pessoa com deficiência, promovendo não apenas a acessibilidade, mas a equidade.

Além disso, também foi sugerido a participação ativa das pessoas com deficiência no processo decisório do *campus* inteligente, o que demonstra uma visão inclusiva e participativa. A preocupação com ambientes de aprendizagem adaptáveis, salas equipadas com tecnologias de captação e transcrição ao vivo, bem como com a formação de professores e funcionários em acessibilidade, reforça o entendimento de que a inclusão deve ser pensada desde a concepção do *campus* inteligente.

A pergunta "Você gostaria de participar de projetos de pesquisa ou desenvolvimento relacionados a *campus* inteligente durante seus estudos?" mostrou que 87,7% dos alunos têm interesse em se envolver nesse tipo de iniciativa, enquanto 12,3% declararam que não gostariam (Figura 19). Esse resultado evidencia o interesse da maioria dos participantes em atuar de forma ativa na construção e aprimoramento de soluções voltadas para *campi* inteligentes. Esse engajamento pode ser aproveitado pelas instituições para estimular grupos de pesquisa, laboratórios de inovação e ações interdisciplinares, envolvendo alunos desde

cedo na prática da transformação digital e na construção colaborativa de espaços mais modernos, sustentáveis e conectados.

Figura 19 — Você gostaria de participar de projetos de pesquisa ou desenvolvimento relacionados a *campus* inteligente durante seus estudos?

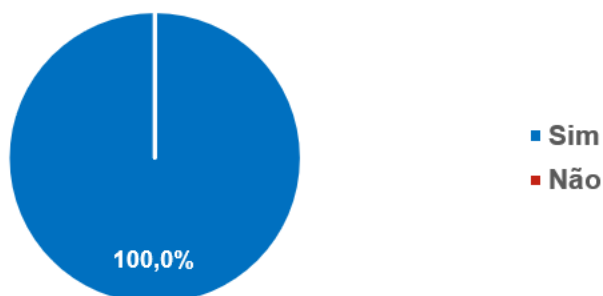


Fonte: Autor (2026)

Para os estudantes que declararam não ter interesse, embora seja a parcela minoritária, é recomendável que o *campus* realize investigações qualitativas, como questionários ou entrevistas, para identificar os fatores que contribuem para o desinteresse, como falta de tempo, desconhecimento sobre o tema, baixa conexão com os objetivos acadêmicos, entre outros. Com base nesses dados, será possível desenvolver ações específicas e direcionadas.

A pergunta "Você acredita que a implementação de tecnologias inteligentes em salas de aula pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem?" teve 100% de respostas afirmativas, demonstrando concordância total entre os participantes (Figura 20). Esse resultado destaca uma forte confiança no potencial das tecnologias inteligentes como aliadas do ensino, seja por meio de recursos interativos, personalização da aprendizagem, análise de desempenho em tempo real ou maior dinamismo nas metodologias.

Figura 20 — Você acredita que a implementação de tecnologias inteligentes em salas de aula pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem?



Fonte: Autor (2026)

A unanimidade também indica que os alunos reconhecem o valor da inovação tecnológica não apenas na infraestrutura do *campus*, mas diretamente na qualidade da experiência pedagógica. Isso reforça a importância de as instituições investirem em ferramentas e práticas que melhorem a interação em sala de aula, apoiem os docentes e atendam às novas demandas educacionais.

Na pergunta “Que ferramentas ou recursos tecnológicos você gostaria de ver disponíveis para apoiar seu aprendizado em um *campus* inteligente?”, entre as respostas mais recorrentes estão o uso de plataformas de aprendizado adaptativo com IA, que possam acompanhar o progresso individual e sugerir conteúdos personalizados, e o acesso a laboratórios virtuais e simuladores que permitam a experimentação prática de conceitos teóricos.

Além disso, os alunos valorizam ferramentas de realidade aumentada e virtual, que promovem uma experiência imersiva e facilitam a compreensão de conteúdos complexos. Recursos como lousas digitais, salas de aula interativas, assistentes virtuais, plataformas de organização e produtividade e bibliotecas digitais interativas também foram citados como meios de apoiar o aprendizado e tornar o ensino mais dinâmico e acessível.

A infraestrutura tecnológica básica, como computadores atualizados, acesso à *internet* de qualidade, armazenamento em nuvem e dispositivos móveis (como *tablets* e *notebooks*), aparece como demanda, evidenciando que a base tecnológica ainda é um desafio em muitos contextos. Por fim, os alunos destacaram a importância das tecnologias que aproximem o ensino da prática profissional, como *softwares* utilizados no mercado, ferramentas de simulação e ensino de linguagens de programação como *Python*.

Na questão “Como você acredita que a interação entre alunos e professores pode ser facilitada em um *campus* inteligente?”, houve um destaque para plataformas digitais integradas, como *chats* em tempo real, fóruns de discussão, videoconferências e notificações automatizadas, que tornam a comunicação mais ágil, transparente e contínua. Os estudantes também indicaram que ferramentas baseadas em IA podem apoiar os professores na análise de desempenho acadêmico, promovendo *feedbacks* mais rápidos e personalizados.

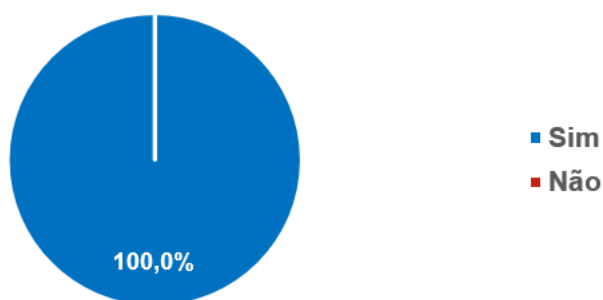
Ademais, houve menção à criação de ambientes híbridos e interativos, como salas virtuais, sistemas gamificados e espaços *maker*, que não apenas fortalecem a relação entre alunos e professores, mas também promovem o engajamento e a troca constante de saberes. A interação é vista como um elemento fundamental no processo de ensino-aprendizagem, sendo potencializada por soluções digitais que permitem acessibilidade, dinamicidade e acompanhamento constante. A convergência entre conectividade e pedagogia, portanto, foi

percebida pelos estudantes como central para a efetivação de um *campus* inteligente, colaborativo e humanizado dentro do ambiente universitário.

A pergunta "Você acredita que um *campus* inteligente pode oferecer oportunidades de aprendizado mais personalizadas e adaptadas às necessidades individuais dos alunos?" teve 100% de respostas afirmativas, o que mostra uma concordância plena quanto ao papel das tecnologias inteligentes na personalização do ensino (Figura 21).

Os participantes reconhecem que, por meio de recursos como análise de dados, IA, plataformas adaptativas e acompanhamento individualizado, é possível atender melhor às particularidades de cada aluno, respeitando ritmos, estilos de aprendizagem e interesses. Esse resultado reforça que a comunidade acadêmica valoriza estratégias educacionais mais flexíveis e centradas no estudante, e espera que as inovações tecnológicas ofereçam esse suporte no dia a dia do ensino superior.

Figura 21 — Você acredita que um *campus* inteligente pode oferecer oportunidades de aprendizado mais personalizadas e adaptadas às necessidades individuais dos alunos?



Fonte: Autor (2026)

Na pergunta "Como você imagina que o ambiente físico e digital de um *campus* inteligente pode influenciar a motivação dos alunos para aprender?", os respondentes destacaram que a integração de tecnologias acessíveis, conectividade de qualidade, espaços de estudo confortáveis e plataformas digitais interativas cria um sistema de aprendizagem mais dinâmico, acolhedor e eficaz.

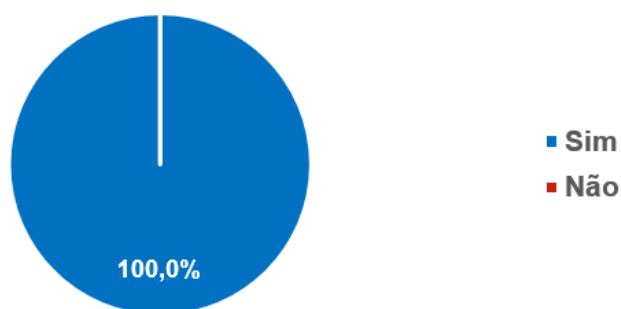
Os alunos associaram a presença de ferramentas digitais inteligentes, como plataformas de aprendizado personalizado e bibliotecas digitais, a uma maior autonomia no processo educativo, o que contribui para um sentimento de pertencimento, protagonismo e entusiasmo com os estudos. Além disso, há ênfase na importância da flexibilidade, tanto dos espaços quanto dos formatos de ensino, para acomodar diferentes estilos de aprendizagem e rotinas pessoais.

Nesse sentido, os dados sugerem que um *campus* inteligente, ao alinhar infraestrutura moderna e recursos digitais centrados no aluno, pode atuar como um catalisador para o engajamento, a produtividade e o desenvolvimento acadêmico contínuo.

As questões “Você acredita que o ensino por competências é importante para a formação superior?” e “Você acredita que o ensino por competências para a formação superior pode ser facilitado por um *campus* inteligente?” abordam o conceito de ensino por competências e sua relação com os *campi* inteligentes, e os resultados obtidos demonstraram um consenso total entre os participantes.

Na primeira questão, 100% dos respondentes afirmaram que consideram o ensino por competências importante para a formação superior (Figura 22). Esse resultado reflete uma visão moderna da educação, que valoriza a capacitação dos alunos em habilidades práticas e aplicáveis, preparando-os de forma mais eficaz para os desafios do mercado de trabalho. As respostas reforçam a necessidade de aproximação entre a teoria e a prática, além de destacarem a relevância de estratégias educacionais que promovam a autonomia, a resolução de problemas e a capacidade de adaptação dos estudantes.

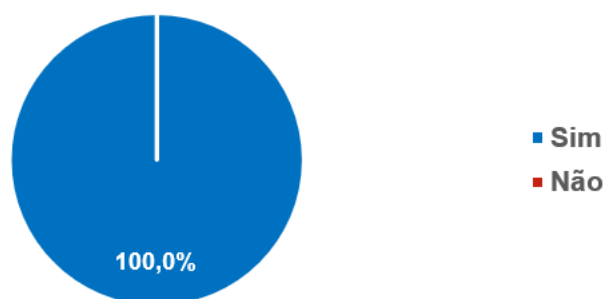
Figura 22 — Você acredita que o ensino por competências é importante para a formação superior?



Fonte: Autor (2026)

Na segunda questão, também 100% dos participantes acreditam que o *campus* inteligente pode facilitar o ensino por competências, o que demonstra a percepção de que as tecnologias inteligentes podem ser fundamentais para personalizar e otimizar o processo de ensino conforme descrito nas novas DCNs de Engenharia (Figura 23).

Figura 23 — Você acredita que o ensino por competências para a formação superior pode ser facilitado por um *campus* inteligente?



Fonte: Autor (2026)

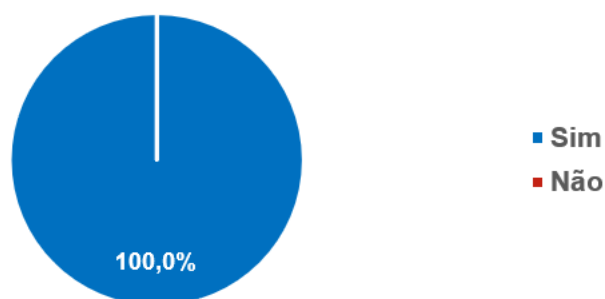
Na pergunta “Como você imagina que um *campus* inteligente pode oferecer oportunidades práticas e experiências de aprendizagem autênticas para preparar os egressos para as demandas atuais do mercado de trabalho?”, os estudantes destacaram a importância da integração de tecnologias emergentes, como realidade aumentada, realidade virtual, *internet* das coisas e inteligência artificial, em laboratórios modernos, simuladores e espaços *maker*, possibilitando vivências realistas e aplicadas dos desafios profissionais.

Além disso, reforçaram a relevância das parcerias com empresas e da presença de plataformas digitais que facilitem estágios, mentorias e projetos colaborativos com foco em demandas reais da indústria.

A personalização das trilhas de aprendizagem com base nas competências requeridas pelo mercado, bem como o uso de dados para orientar o desenvolvimento de habilidades específicas, também foi apontada como uma estratégia eficaz para alinhar a formação às necessidades do mundo do trabalho. Segundo os alunos, todo esse processo estimula não apenas o domínio técnico, mas também o desenvolvimento de competências socioemocionais e de resolução de problemas complexos, ampliando o potencial de empregabilidade e protagonismo dos futuros engenheiros em um cenário profissional dinâmico e altamente tecnológico.

A pergunta "Você acredita que a colaboração interdisciplinar é importante para o desenvolvimento de competências no ensino superior?" obteve 100% de respostas afirmativas, indicando um consenso dos alunos sobre a importância da colaboração entre diferentes áreas do conhecimento no processo de formação superior (Figura 24). Essa visão reconhece que, em um mundo cada vez mais complexo e interconectado, o desenvolvimento de competências exige uma abordagem holística e integrada, na qual habilidades provenientes de diversas disciplinas são combinadas para resolver problemas complexos.

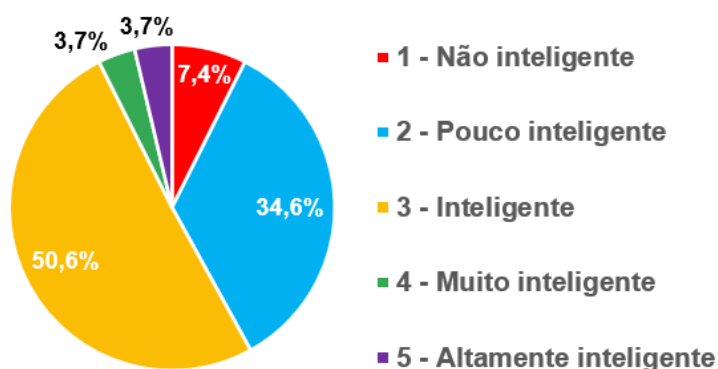
Figura 24 — Você acredita que a colaboração interdisciplinar é importante para o desenvolvimento de competências no ensino superior?



Fonte: Autor (2026)

A pergunta "Em uma escala de 1 a 5, em qual “nível de inteligência” você classifica o *campus* que estuda?" revelou que a maioria dos participantes (50,6%) avaliou o *campus* como "inteligente" (nível 3), enquanto 34,6% o classificaram como "pouco inteligente" (nível 2) e 7,4% como "não inteligente" (nível 1). Os 7,4% restantes enxergaram o *campus* como "muito inteligente" ou "altamente inteligente" (Figura 25).

Figura 25 — Em uma escala de 1 a 5, em qual “nível de inteligência” você classifica o *campus* que estuda?



Fonte: Autor (2026)

Esses dados indicam que, embora haja algum reconhecimento de práticas ou tecnologias inteligentes no ambiente universitário pesquisado, ainda existe uma percepção limitada sobre a presença efetiva e integrada dessas inovações. A predominância de avaliações intermediárias e baixas aponta para a necessidade de uma maior integração entre infraestrutura tecnológica, sustentabilidade ambiental, gestão de dados e práticas pedagógicas inovadoras no *campus* pesquisado.

Para reverter essa percepção e promover uma transformação efetiva, recomenda-se a implementação de ações como: o fortalecimento da infraestrutura digital (por exemplo, ampliação da conectividade de alta velocidade e instalação de sensores IoT para gestão eficiente de recursos), a promoção de projetos sustentáveis visíveis e participativos (como sistemas de energia renovável e programas de reciclagem), e o estímulo ao uso de plataformas digitais de ensino-aprendizagem. O conjunto de indicadores proposto nesta pesquisa, bem como as sugestões para aplicação ou melhoria de cada um, também pode ajudar às instituições educacionais nesta questão.

De maneira complementar, é fundamental desenvolver campanhas de comunicação interna que evidenciem as iniciativas existentes e ampliem o senso de pertencimento e envolvimento dos estudantes com todo o *campus*. A construção de um ambiente reconhecido como inteligente não depende apenas da introdução de tecnologias, mas também da criação de uma cultura organizacional orientada à inovação, à sustentabilidade e ao bem-estar da comunidade acadêmica.

6.4. Considerações finais sobre o Capítulo

Neste Capítulo, a infraestrutura e as dinâmicas operacionais do *campus* Caucaia do IFCE foram analisadas sob a perspectiva dos 60 indicadores propostos neste trabalho. A análise contemplou dimensões como conectividade, acessibilidade, sustentabilidade, segurança, mobilidade, ensino-aprendizagem, pesquisa, extensão, gestão administrativa e interação com a comunidade. Os resultados obtidos permitiram identificar tanto os avanços quanto as lacunas existentes, oferecendo subsídios para a formulação de estratégias voltadas à modernização e ao aumento da eficiência do *campus*.

Verificaram-se resultados relevantes em áreas como acessibilidade dos edifícios, adoção de metodologias ativas de ensino e implantação de fontes de energia renovável. Em contrapartida, os desafios encontrados incluem a baixa cobertura de Wi-Fi, a ausência de sensores inteligentes para controle ambiental e segurança, a limitada disponibilização de dispositivos digitais, a falta de um sistema estruturado para gestão de resíduos, a necessidade de fortalecer a interação entre a academia e o setor produtivo e a ausência de dados sobre o consumo de água. Além disso, a taxa de evasão acadêmica anual e a taxa de conclusão dos cursos evidenciaram a necessidade de aprimoramento nas estratégias de retenção estudantil.

No que tange à extensão universitária, os resultados indicaram um envolvimento ainda restrito de docentes e discentes em iniciativas de impacto social. A falta de eventos de educação ambiental também destacou a necessidade de uma agenda mais estruturada para a promoção da sustentabilidade no *campus*.

A gestão administrativa do *campus*, embora bem avaliada pela comunidade acadêmica, ainda pode ser aprimorada com a incorporação de tecnologias mais avançadas, como assistentes virtuais baseados em inteligência artificial para otimizar o atendimento. Do ponto de vista da gestão orçamentária, a baixa alocação de recursos para a pesquisa e inovação, para a inclusão digital e sustentabilidade ambiental reforçou a necessidade de reestruturação das prioridades institucionais.

A partir dos dados analisados, foram elaboradas recomendações para orientar a transformação do *campus* Caucaia em um modelo de *campus* inteligente. Entre as ações de melhoria, destaca-se a ampliação da infraestrutura de conectividade, assegurando cobertura Wi-Fi em 100% das áreas do *campus*, aliada ao monitoramento contínuo da qualidade do sinal, de modo a garantir estabilidade, alta velocidade e confiabilidade no acesso.

Recomendou-se, ainda, a implantação de sensores inteligentes voltados à climatização, ao monitoramento de ocupação e à segurança, bem como o investimento em sistemas de proteção contra sinistros, em laboratórios digitais, em equipamentos destinados ao ensino imersivo e na modernização dos dispositivos tecnológicos, com vistas a potencializar o processo de ensino-aprendizagem e promover uma gestão mais eficiente e sustentável do *campus*.

Para reduzir a evasão e aumentar a taxa de conclusão dos cursos, a implementação de programas de tutoria, mentorias acadêmicas, acompanhamento pedagógico e assistência estudantil diferenciada foram apontados como alternativas interessantes para o *campus*. Ademais, sugeriu-se fortalecer a relação com o setor produtivo, ampliando a oferta de estágios, programas de pesquisa aplicada e colaboração com indústrias locais.

Na dimensão ambiental, a gestão de resíduos e recursos hídricos deve ser aprimorada, com a implementação de sistemas de monitoramento e metas de redução de consumo. A criação de um plano de sustentabilidade institucional, com metas claras e acompanhamento regular, pode consolidar o compromisso do *campus* com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Por fim, a inserção da extensão no currículo acadêmico, a promoção de eventos ambientais e culturais e a ampliação dos investimentos em pesquisa e inovação foram aspectos-chave discutidos e que também devem ser considerados no *campus*.

Já a pesquisa realizada junto aos alunos do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do *campus* Caucaia evidenciou que, embora o conceito de *campus* inteligente ainda seja pouco difundido, existe um elevado grau de receptividade, entusiasmo e expectativas positivas em relação à sua implementação. A escassa familiaridade inicial com o termo, evidenciada pela baixa proporção de estudantes que relataram conhecimento prévio do conceito, contrasta com o forte reconhecimento de seus potenciais benefícios após a exposição ao tema, o que demonstra uma clara abertura à inovação e à transformação digital no ambiente acadêmico.

Os resultados revelaram uma compreensão atualizada dos alunos sobre os atributos desejáveis de um *campus* inteligente. Entre os principais aspectos destacados, figuram o uso de tecnologias avançadas, a conectividade robusta, a sustentabilidade ambiental, a segurança inteligente e a criação de espaços colaborativos. Além disso, a pesquisa demonstrou uma valorização significativa da personalização da aprendizagem, da inclusão digital, da acessibilidade e da integração entre teoria e prática por meio de tecnologias imersivas e ambientes interativos.

A unanimidade e o alto grau de concordância em questões centrais, como a importância das tecnologias inteligentes para a melhoria da experiência acadêmica, a promoção da sustentabilidade, a personalização do ensino e a colaboração entre as partes interessadas da comunidade universitária, reforçam a necessidade de investimentos estratégicos e estruturados para tornar os *campi* efetivamente inteligentes.

Por outro lado, as preocupações relacionadas aos custos, à privacidade de dados, à obsolescência tecnológica e à resistência à mudança indicaram que a transição para um *campus* inteligente deve ser cuidadosamente planejada. É necessário garantir transparência, capacitação continuada e uma governança participativa que promova a confiança e o engajamento da comunidade acadêmica.

A pesquisa também revelou que os estudantes percebem o *campus* inteligente como um vetor de desenvolvimento local e de transformação social, com potencial para fomentar o empreendedorismo, a inovação e a sustentabilidade na região. Essa perspectiva amplia o alcance do conceito, evidenciando que suas implicações extrapolam os limites físicos das IES.

Por fim, os resultados obtidos indicaram não haver discrepâncias perceptíveis entre o conjunto de indicadores proposto e a avaliação dos estudantes quanto aos atributos e concepções associadas à noção de *campus* inteligente, demonstrando a convergência entre a abordagem metodológica adotada e a visão da comunidade acadêmica. Uma síntese dos principais resultados da pesquisa é apresentada no Quadro 24.

Quadro 24 – Síntese dos principais resultados da pesquisa com estudantes

Tema	Principais resultados
Conceito de <i>campus</i> inteligente	- Baixa disseminação e compreensão do conceito. - Necessidade de ações educativas, formativas e de sensibilização institucional.
Características que definem melhor um <i>campus</i> inteligente	- Ênfase em sistemas avançados de ensino-aprendizagem. - Valorização da integração de tecnologias digitais. - Importância atribuída à conectividade e infraestrutura de rede.
Importância das tecnologias inteligentes no <i>campus</i> universitário	- Consciência coletiva sobre o papel estratégico da tecnologia. - Reconhecimento do impacto na modernização institucional. - Associação com sustentabilidade, eficiência e otimização de recursos. - Percepção positiva sobre a melhoria da experiência acadêmica.
<i>Campus</i> inteligente e melhoria da experiência acadêmica e do desempenho discente	- Concordância unânime entre os participantes da pesquisa. - Reconhecimento do potencial do <i>campus</i> inteligente para melhorar a experiência acadêmica. - Percepção positiva quanto ao impacto no desempenho dos estudantes.
Tipo de tecnologia implementada em um <i>campus</i> inteligente	- Predominância da inteligência artificial (IA) como tecnologia mais citada. - Interesse por sistemas de personalização da aprendizagem. - Reconhecimento do potencial da IA no apoio ao ensino e na otimização de processos acadêmicos e administrativos.
Sensação de maior segurança em <i>campus</i> com tecnologias inteligentes	- Maioria dos participantes reconhece aumento da sensação de segurança. - Associação positiva entre tecnologias inteligentes e proteção do ambiente universitário. - Percepção de melhoria nas condições de monitoramento, controle e prevenção de riscos.
Contribuições do <i>campus</i> inteligente para a sustentabilidade ambiental	- Concordância quanto ao potencial dos <i>campi</i> inteligentes na promoção da sustentabilidade. - Destaque para o uso eficiente de energia. - Valorização da gestão inteligente de resíduos. - Reconhecimento da redução do consumo de recursos naturais. - Importância atribuída às tecnologias de monitoramento e preservação ambiental.
Preferência entre <i>campus</i> tradicional ou <i>campus</i> inteligente	- Preferência unânime pelo <i>campus</i> inteligente. <i>Campus</i> inteligente associado a ambientes acadêmicos modernos, tecnológicos e conectados. - Valorização de recursos avançados para ensino, pesquisa, bem-estar e segurança. - Ausência total de respostas favoráveis ao modelo tradicional. - Resultado indica necessidade de adaptação das IES às demandas de uma nova geração de estudantes, que valoriza inovação, acessibilidade, sustentabilidade e experiências personalizadas.
Desafios na implementação de um <i>campus</i> inteligente	- O custo de implantação foi o principal desafio apontado. - Preocupação com os investimentos iniciais em infraestrutura e tecnologia. - Preocupação com os custos recorrentes de manutenção e atualização dos sistemas. - Importância de planejamento financeiro e gestão estratégica dos recursos para na implementação de um <i>campus</i> inteligente.
Coleta de dados pessoais em um <i>campus</i> inteligente	- Maioria está disposta a compartilhar dados para melhoria dos serviços no <i>campus</i> inteligente. - Reconhecimento dos benefícios na personalização e qualificação da experiência acadêmica. - Necessidade explícita de atenção à privacidade, transparência e proteção de dados.
<i>Campus</i> inteligente e colaboração entre alunos, professores e funcionários	- Percepção de que tecnologias inteligentes facilitam a colaboração. - Destaque para plataformas digitais integradas e sistemas de comunicação ágeis. - Valorização de espaços físicos interativos e do acesso à informação em tempo real. - Reconhecimento do fortalecimento do vínculo entre os diferentes atores da comunidade acadêmica.

Tema	Principais resultados
Sugestões para melhorar a implementação de um <i>campus</i> inteligente	▪ Envolvimento ativo de toda a comunidade acadêmica. ▪ Implementação por meio de projetos-piloto e planejamento em etapas. ▪ Ênfase em capacitação digital contínua. ▪ Necessidade de redes de <i>internet</i> robustas, <i>softwares</i> atualizados e sistemas eficazes de proteção de dados.
Influência do <i>campus</i> inteligente na comunidade local	▪ Percepção positiva quanto ao potencial de atração de investimentos. ▪ Reconhecimento do estímulo ao empreendedorismo e à geração de empregos. ▪ Valorização da sustentabilidade e da melhoria da qualidade de vida. ▪ Fortalecimento da comunicação entre instituição e comunidade.
Experiência prévia em <i>campus</i> considerado inteligente	▪ Contato prático ainda muito limitado entre os participantes. ▪ Baixo nível de vivência concreta com ambientes universitários inteligentes. ▪ Oportunidade para ampliação de projetos demonstrativos e ações piloto.
Preocupações com a privacidade em um <i>campus</i> inteligente	▪ Principal preocupação relacionada ao vazamento de dados pessoais. ▪ Sensação de vigilância constante. ▪ Receio de intromissão na vida pessoal. ▪ Importância de políticas robustas de proteção de dados e governança digital.
<i>Campus</i> inteligente e produtividade acadêmica discente	▪ Percepção amplamente positiva sobre o potencial da tecnologia na otimização do tempo, dos recursos e da aprendizagem. ▪ Reconhecimento de possibilidade de ganhos em eficiência acadêmica. ▪ Necessidade de atenção aos riscos de excesso de estímulos digitais, distrações e dependência tecnológica. ▪ Relevância do uso consciente, crítico e equilibrado das tecnologias.
Adaptação do <i>campus</i> inteligente às necessidades de pessoas com deficiência	▪ Valorização do uso estratégico de tecnologias assistivas. ▪ Infraestrutura física acessível. ▪ Importância de soluções personalizadas, incluindo sistemas de IA adaptativos. ▪ Reconhecimento da participação ativa das pessoas com deficiência nos processos decisórios.
Participação em projetos de pesquisa e desenvolvimento sobre <i>campus</i> inteligente	▪ Maioria dos participantes demonstra interesse em atuação ativa. ▪ Disposição para contribuir na construção e no aprimoramento de soluções inovadoras. ▪ Potencial para fortalecimento da cultura de pesquisa, inovação e extensão.
A implementação de tecnologias inteligentes em salas de aula pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem	▪ Concordância total quanto ao impacto positivo das tecnologias no ensino. ▪ Confiança no potencial das soluções inteligentes como aliadas pedagógicas. ▪ Reconhecimento do valor da inovação tecnológica na qualidade da experiência educacional.
Ferramentas ou recursos tecnológicos disponíveis para apoiar o aprendizado em um <i>campus</i> inteligente	▪ Destaque para plataformas de aprendizagem adaptativa com IA. ▪ Valorização de laboratórios virtuais e simuladores. ▪ Importância da realidade aumentada e virtual. ▪ Ênfase em tecnologias que aproximam o ensino da prática profissional.
Interação entre alunos e professores pode ser facilitada em um <i>campus</i> inteligente	▪ Reconhecimento do papel das plataformas digitais integradas. ▪ Uso de ferramentas baseadas em IA para análise do desempenho acadêmico. ▪ Valorização de ambientes híbridos e interativos de aprendizagem.
Oportunidades de aprendizado mais personalizadas e adaptadas às necessidades individuais dos alunos	▪ Concordância plena quanto ao papel da tecnologia na personalização do ensino. ▪ Valorização de estratégias educacionais flexíveis e centradas no estudante. ▪ Expectativa de suporte contínuo das inovações tecnológicas no cotidiano acadêmico.

Tema	Principais resultados
Como o ambiente físico e digital de um <i>campus</i> inteligente pode influenciar a motivação dos alunos para aprender	▪ Integração de tecnologias acessíveis, conectividade de qualidade e espaços confortáveis. ▪ Valorização de plataformas digitais interativas. ▪ Criação de um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, acolhedor e eficaz. ▪ Atuação do <i>campus</i> inteligente como catalisador do engajamento, produtividade e desenvolvimento acadêmico contínuo.
Importância do ensino por competências para a formação superior	▪ Ênfase na aproximação entre teoria e prática. ▪ Relevância de estratégias educacionais que promovam autonomia. ▪ Valorização da resolução de problemas e da capacidade de adaptação. ▪ Alinhamento com as demandas contemporâneas da formação profissional.
Um <i>campus</i> inteligente pode facilitar o ensino por competências	▪ Concordância unânime quanto ao papel estratégico das tecnologias inteligentes. ▪ Reconhecimento da personalização e otimização do ensino. ▪ Forte alinhamento com as novas DCNs de Engenharia.
Papel do <i>campus</i> inteligente para oportunidades práticas e experiências de aprendizagem para os egressos	▪ Importância da integração de tecnologias emergentes. ▪ Valorização de parcerias com empresas. ▪ Uso de plataformas digitais e trilhas personalizadas de aprendizagem. ▪ Aplicação de dados para orientar o desenvolvimento de competências específicas. ▪ Preparar egressos para o mercado de trabalho.
Importância da colaboração interdisciplinar para o desenvolvimento de competências no ensino superior	▪ Consenso quanto à importância da integração entre diferentes áreas do conhecimento. ▪ Reconhecimento do papel da interdisciplinaridade na formação integral. ▪ Fortalecimento das competências técnicas, sociais e cognitivas.

Fonte: Autor (2026)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os *campi* inteligentes têm se tornado um tema de grande relevância na pesquisa científica atual, impulsionados pelo avanço das tecnologias digitais e pela necessidade cada vez maior de ambientes acadêmicos mais eficientes, sustentáveis e inovadores. No entanto, apesar da crescente discussão sobre a temática, ainda não existe um conceito formalmente consolidado que permita caracterizar de maneira precisa o que constitui um *campus* inteligente. Essa ausência dificulta tanto a implementação de práticas eficazes quanto a avaliação das influências dessas inovações no processo de ensino-aprendizagem das instituições educacionais.

No contexto brasileiro, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) têm uma relação direta com o processo de ensino-aprendizagem, pois estabelecem princípios, fundamentos e metodologias que orientam como os cursos superiores devem ser estruturados para promover uma formação de qualidade. A construção dessas diretrizes ocorre por meio de comissões especializadas compostas por representantes do Ministério da Educação, do Conselho Nacional de Educação, de instituições de ensino, de entidades profissionais e da sociedade civil, de modo a garantir que estejam alinhadas às demandas educacionais, sociais e produtivas do país.

No âmbito dos cursos de Engenharia, a concepção e a implementação de um *campus* inteligente podem configurar-se como elementos estratégicos para a efetivação das novas DCNs da área, conforme preconizado pela Resolução CNE nº 2/2019. Tal resolução orienta para uma formação que transcenda o domínio estritamente técnico, incorporando dimensões de natureza humanística, crítica, reflexiva, criativa, cooperativa e ética, com o propósito de formar profissionais plenamente capacitados para enfrentar os desafios complexos e interdisciplinares da sociedade contemporânea.

Este modelo educacional, proposto pelas novas DCNs de Engenharia, demanda a existência de um ambiente que favoreça metodologias ativas de ensino, a colaboração interdisciplinar, o desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas reais, a integração com o mercado de trabalho e a participação efetiva dos estudantes.

Nesse sentido, a articulação entre a adoção de *campi* inteligentes e os preceitos definidos pelas DCNs apresenta-se como um campo promissor de investigação, na medida em que possibilita refletir sobre como as inovações tecnológicas e sustentáveis podem ser incorporadas de forma coerente às exigências legais e pedagógicas da educação superior.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa consistiu no desenvolvimento de um conjunto de indicadores destinados à avaliação de *campi* inteligentes, estabelecendo conexões diretas com as novas DCNs de Engenharia, de modo a examinar os potenciais avanços proporcionados ao processo de ensino-aprendizagem no contexto das instituições educacionais brasileiras.

Como resultado, foram estruturados 60 indicadores, organizados em 13 áreas temáticas: infraestrutura, saúde e segurança, partes interessadas, gestão de resíduos, gestão da água, ambiental, energia, transporte, pesquisa e inovação, extensão, ensino-aprendizagem, social e administração. A formulação desses indicadores considerou diretamente a Resolução CNE nº 2/2019, estudos nacionais e internacionais e as demandas atuais do ensino superior em Engenharia.

Para cada indicador, foram descritos elementos como o objetivo, a relevância, as relações específicas com as novas DCNs de Engenharia e as respectivas métricas de cálculo. Dessa forma, o detalhamento metodológico apresentado nesta pesquisa possibilita a replicação do conjunto proposto em diferentes contextos institucionais, contribuindo para a consolidação de um modelo de *campus* inteligente alinhado às exigências contemporâneas da educação superior.

Já a aplicação empírica dos indicadores no *campus* Caucaia do IFCE permitiu demonstrar a viabilidade prática do instrumento, bem como sua operacionalização a partir de dados institucionais disponíveis e seu potencial para a geração de diagnósticos sobre o nível de maturidade para *campi* inteligentes.

Os resultados obtidos indicam que o conjunto proposto contribui para a identificação de avanços e lacunas em diferentes dimensões institucionais, fornecendo subsídios relevantes para a implementação de melhorias alinhadas às novas DCNs de Engenharia e às tendências emergentes de inovação educacional. Ademais, esse conjunto apresenta potencial para atuar como referência orientadora no planejamento e na implantação de novos *campi* universitários.

No que se refere ao primeiro objetivo específico, de realizar uma revisão sistemática da expressão *campus* inteligente e levantar projetos na área de ensino em que estão concentrados os esforços para o desenvolvimento de *campi* inteligentes no Brasil e no mundo, verificou-se que não existe uma definição universalmente aceita para o conceito. Contudo, a literatura converge para a ideia de ambientes acadêmicos altamente informatizados, interconectados, automatizados e ambientalmente sustentáveis.

Tecnologias como *Internet das Coisas* (IoT), Inteligência Artificial (IA), Computação em Nuvem, Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) são frequentemente citadas

nos trabalhos pesquisados e aplicadas para automatizar processos, personalizar o ensino e otimizar o uso de recursos. Foram identificados projetos nacionais e internacionais com benefícios nos âmbitos operacional, ambiental e pedagógico, embora persistam desafios como alto custo de implantação, questões de segurança e privacidade de dados, resistência cultural e complexidade na integração de sistemas.

Atendendo ao segundo objetivo específico, de discutir fatores relacionados aos *campi* inteligentes que podem contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem das Engenharias, constatou-se que a adoção desse modelo de *campus* favorece metodologias ativas, aprendizado personalizado, uso de laboratórios remotos e simulações realistas, além da criação de ambientes imersivos que ampliam a experiência educacional. Evidenciou-se também que a integração tecnológica permite adaptar conteúdos às necessidades individuais, fortalece a interação entre discentes e docentes e estimula a colaboração interdisciplinar.

Quanto ao terceiro objetivo específico, que consistiu em apresentar e discutir modelos atuais disponíveis na literatura para a avaliação de *campi* inteligentes, constatou-se que a maioria das metodologias analisadas apresenta caráter setorial, privilegiando métricas relacionadas à eficiência energética, ao uso de tecnologias e à sustentabilidade ambiental, em detrimento das dimensões que constituem o tripé da educação superior: pedagógica, científica e extensionista.

Embora normas como a ABNT NBR ISO 37122 ofereçam parâmetros relevantes e aplicáveis, estas ainda se mostram insuficientes para avaliar, de forma abrangente, o papel do *campus* inteligente no processo de ensino-aprendizagem. O modelo proposto nesta pesquisa busca suprir essa lacuna ao incorporar as dimensões pedagógica, científica e extensionista às dimensões tecnológicas e ambientais tradicionalmente contempladas.

No quarto objetivo específico, de apresentar e discutir o processo evolutivo das DCNs de Engenharia no Brasil, a análise histórica mostrou que as diretrizes evoluíram de um enfoque estritamente técnico (1976) para diretrizes que incorporaram interdisciplinaridade, ética, responsabilidade social e inovação (2002), culminando na Resolução CNE nº 2/2019, que enfatiza formação por competências, sustentabilidade, empreendedorismo e uso estratégico de tecnologias educacionais. Os resultados indicam que os *campi* inteligentes são compatíveis e complementares a essa visão, pois oferecem ambientes interativos e recursos digitais que favorecem práticas formativas condizentes com as novas exigências.

O quinto objetivo específico, que consistiu em levantar desafios para implantação das novas DCNs de Engenharia no Brasil e como os *campi* inteligentes podem ajudar nesse processo, revelou barreiras como resistência de docentes e instituições a modificar práticas

tradicionais, necessidade de capacitação contínua, limitação de recursos financeiros e redução da carga horária de disciplinas humanísticas.

Os resultados sugerem que, com planejamento financeiro adequado, os *campi* inteligentes podem contribuir para superar tais desafios por meio de parcerias com o setor produtivo, ambientes de aprendizagem flexíveis e recursos digitais acessíveis, além de estruturas colaborativas que favoreçam metodologias inovadoras e integradas.

Por fim, no sexto objetivo específico, de aplicar o conjunto de indicadores desenvolvido em um *campus* do IFCE, os resultados evidenciaram avanços nas áreas de acessibilidade, uso de metodologias ativas e implantação de energias renováveis.

Entretanto, foram identificadas lacunas relevantes, tais como a baixa cobertura de rede Wi-Fi, a ausência de sensores inteligentes, a necessidade de ampliação da disponibilidade de dispositivos digitais, a inexistência de sistemas automáticos de combate a incêndio, a carência de sistemas estruturados para a gestão da água e dos resíduos, a interação ainda limitada com o setor produtivo, os elevados índices de evasão e retenção escolar, a necessidade de aprimoramento da formação docente, a ausência de dotação orçamentária específica para a área ambiental e o fortalecimento das áreas de pesquisa e extensão. Esses achados reforçam o caráter diagnóstico e orientador do modelo proposto.

Com base no conjunto de evidências produzidas, os resultados sustentam a validade da hipótese de que a implementação de um *campus* inteligente, fundamentada nas DCNs de Engenharia, contribui para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem e da qualidade dos serviços institucionais, em comparação ao modelo tradicional.

Ressalta-se, entretanto, que a efetividade dessa transformação não depende exclusivamente da infraestrutura tecnológica embarcada no *campus*, mas também da qualificação docente, da construção de uma cultura institucional orientada à inovação e, principalmente, do engajamento discente em seu processo formativo. Nesse sentido, a participação ativa, a autonomia intelectual e a corresponsabilidade discente configuram elementos centrais para a consolidação de práticas pedagógicas inovadoras e alinhadas às diretrizes contemporâneas da formação em Engenharia.

Ademais, o uso das tecnologias digitais requer uma abordagem crítica, ética e orientada, de modo que seu potencial para ampliar o acesso à informação, favorecer metodologias ativas e apoiar a tomada de decisão baseada em dados se concretize efetivamente. Para isso, torna-se fundamental que as instituições desenvolvam competências digitais em sua comunidade acadêmica, alinhando o uso dessas tecnologias aos objetivos educacionais.

Diante desse cenário, a consolidação de *campi* inteligentes demanda uma abordagem sistêmica, na qual tecnologia, pedagogia, gestão e cultura institucional estejam integradas. O fortalecimento dessa articulação tende a potencializar os impactos no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a formação de engenheiros mais críticos, éticos, inovadores e preparados para enfrentar desafios complexos.

Um resumo do atendimento aos objetivos geral e específicos propostos nesta pesquisa é apresentado no Quadro 25.

Quadro 25 – Atendimento aos objetivos da pesquisa

Objetivo	Tipo	Capítulo ou Seção
Desenvolver um conjunto de indicadores para avaliar <i>campi</i> inteligentes, conectando-o às novas DCNs de Engenharia, a fim de examinar potenciais avanços para o processo de ensino-aprendizagem das Engenharias nas instituições educacionais brasileiras.	Geral	Capítulo 5 - Indicadores para <i>campi</i> inteligentes
Realizar uma revisão sistemática da expressão <i>campus</i> inteligente e levantar projetos na área de ensino em que estão concentrados os esforços para o desenvolvimento de <i>campi</i> inteligentes no Brasil e no mundo.	Específico	Capítulo 2 - <i>Campi</i> inteligentes
Discutir fatores relacionados aos <i>campi</i> inteligentes que podem contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem das Engenharias nas instituições educacionais brasileiras.	Específico	Seção 3.4 - Relação entre as novas DCNs de Engenharia e os <i>campi</i> inteligentes
Apresentar e discutir modelos atuais disponíveis na literatura para avaliação de <i>campi</i> inteligentes.	Específico	Seção 2.6 - Métricas adotadas
Apresentar e discutir o processo evolutivo das DCNs de Engenharia no Brasil.	Específico	Seção 3.2 - Processo evolutivo das DCNs de Engenharia
Levantar desafios para implantação das novas DCNs de Engenharia no Brasil e como os <i>campi</i> inteligentes podem ajudar nesse processo.	Específico	Seção 3.3 - Desafios das novas DCNs de Engenharia
Aplicar o conjunto de indicadores desenvolvido e analisar criticamente os resultados obtidos em um campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).	Específico	Capítulo 6 – Resultados e Discussão

Fonte: Autor (2026)

Como contribuição, esta pesquisa avança ao propor um modelo avaliativo abrangente, que integra dimensões pedagógicas, científicas, extensionistas, tecnológicas e ambientais, articuladas às DCNs de Engenharia. Tal abordagem contribui para o fortalecimento da relação entre políticas educacionais, inovação tecnológica e sustentabilidade, oferecendo subsídios tanto para a gestão universitária quanto para o avanço do debate acadêmico, além de estabelecer um referencial metodológico que pode ser replicado e adaptado em diferentes contextos institucionais.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. A inexistência de uma definição universal de *campus* inteligente impõe desafios à consolidação conceitual da área. A

ausência de critérios globais para a avaliação de *campi* inteligentes restringe o alcance dos indicadores desenvolvidos, que podem não contemplar de forma adequada todas as variáveis necessárias diante da diversidade de contextos institucionais.

Adicionalmente, a aplicação dos indicadores propostos e a pesquisa com os discentes foram conduzidas em um único *campus* (Caucaia do IFCE), o que impõe limitações à generalização dos resultados para outros contextos educacionais. Considerando a heterogeneidade das instituições de ensino superior no Brasil, que diferem significativamente em termos de recursos financeiros, infraestrutura e nível de maturidade tecnológica, é plausível que os indicadores sugeridos necessitem de adaptações ou complementações para sua efetiva aplicação em diferentes ambientes institucionais.

A limitação geográfica da investigação também restringe a análise a uma amostra localizada, dificultando a obtenção de uma visão mais ampla e representativa das potencialidades e desafios relacionados à implementação de *campi* inteligentes em realidades diversas. Ademais, constitui limitação o fato de o conjunto de indicadores ter sido desenvolvido com base nas DCNs dos cursos de Engenharia, desconsiderando as especificidades de outras áreas do conhecimento.

Verifica-se também que o conjunto de indicadores proposto não foi submetido a um processo formal de validação por especialistas externos. Essa escolha está associada ao delineamento metodológico adotado, de caráter exploratório e aplicado, cujo objetivo central foi desenvolver os indicadores e testá-los em um contexto real, por meio de sua aplicação em um *campus* do IFCE.

Como desdobramentos desta pesquisa, destaca-se, inicialmente, a necessidade de validação do conjunto de indicadores proposto, por meio da participação de especialistas. Essa iniciativa pode contribuir para o fortalecimento metodológico da área, ampliando a confiabilidade das análises e a comparabilidade entre diferentes estudos e instituições.

Adicionalmente, recomenda-se a ampliação do escopo da pesquisa para múltiplos *campi*, contemplando diferentes tipos de instituições de ensino superior, tanto públicas quanto privadas. Essa expansão possibilitaria a realização de análises comparativas, favorecendo a identificação de boas práticas, bem como uma compreensão mais abrangente dos desafios e das estratégias adotadas em distintos contextos educacionais.

No que se refere à análise da percepção dos estudantes, sugere-se o aprofundamento das investigações por meio da aplicação de técnicas estatísticas mais robustas, incluindo testes de confiabilidade interna e análises de associação entre variáveis, considerando aspectos

como perfil discente, nível de conhecimento prévio e diferentes dimensões relacionadas ao impacto dos *campi* inteligentes no processo de ensino-aprendizagem.

Destaca-se também a possibilidade de desenvolvimento de uma plataforma de gestão integrada dos indicadores de *campi* inteligentes, capaz de sistematizar e monitorar, em tempo real, os dados institucionais associados às dimensões avaliadas. Tal ferramenta pode subsidiar a tomada de decisão baseada em evidências, promover maior transparência institucional e viabilizar o acompanhamento contínuo da evolução dos *campi*, além de permitir comparações entre diferentes unidades e contextos.

No âmbito educacional e formativo, recomenda-se a ampliação das análises para outras áreas do conhecimento, considerando as respectivas Diretrizes Curriculares Nacionais, bem como a realização de estudos com egressos, a fim de avaliar em que medida a vivência em *campi* inteligentes contribui para a inserção profissional, o desenvolvimento de competências e a adequação da formação acadêmica às demandas da sociedade.

Adicionalmente, configura-se como campo promissor a investigação da incorporação dos indicadores propostos em políticas educacionais nacionais, como o Plano Nacional de Educação (PNE) e programas do Ministério da Educação (MEC), bem como a realização de estudos comparativos com experiências internacionais. Por fim, sugere-se explorar o papel dos *campi* inteligentes no fortalecimento da relação entre universidades e setor produtivo, assim como na promoção de uma educação mais sustentável e socialmente responsável.

À luz dos resultados e das análises desenvolvidas, esta pesquisa reafirma a relevância estratégica da integração entre os princípios de *campi* inteligentes e as DCNs de Engenharia como um caminho promissor para a transformação do ensino superior, especialmente no contexto das instituições públicas brasileiras. Ao propor um conjunto estruturado de indicadores, o estudo busca contribuir não apenas para o avanço do debate acadêmico, mas também para a instrumentalização da gestão universitária orientada por dados, inovação e sustentabilidade. Nesse sentido, este trabalho se apresenta como base para futuras iniciativas que visem consolidar uma educação superior mais conectada, eficiente, inclusiva e alinhada às demandas contemporâneas da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-BASSET, Mohamed et al. Internet of things in smart education environment: Supportive framework in the decision-making process. **Concurrency and Computation: Practice and Experience**, v. 31, n. 10, p. e4515, 2019. DOI: [10.1002/cpe.4515](https://doi.org/10.1002/cpe.4515). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpe.4515>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- ABDILLAH, Leon Andretti; ROFIQ, Arif Ainur; INDRIANI, Dian Eka. Information technology utilization in environmentally friendly higher education. **arXiv preprint arXiv:1811.10856**, 2018. DOI: [10.5220/0008908303500355](https://doi.org/10.5220/0008908303500355). Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1811.10856>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 37122 Versão Corrigida - 2021: Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes**. Rio de Janeiro, 2020a.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2020b.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 37120: Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**. Rio de Janeiro, 2021a.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 37123: Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades resilientes**. Rio de Janeiro, 2021b.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12693:2021 - Extintores de incêndio - Requisitos para projeto, instalação e manutenção**. Rio de Janeiro, 2021c.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Smartcities**. 2024. Disponível em: <https://abnt.org.br/certificacao/smartcities/>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- ABREU, João Paulo Maciel de; MARCHIORI, Fernanda Fernandes. Ferramentas de avaliação de desempenho de cidades inteligentes: uma análise da norma ISO 37122: 2019. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 14, p. e023002-e023002, 2023. DOI: [10.20396/parc.v14i00.8668171](https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8668171). Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8668171>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- ABUARQOUB, Abdelrahman *et al.* A survey on internet of things enabled smart campus applications. In: **Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems**. 2017. p. 1-7. DOI: [10.1145/3102304.3109810](https://doi.org/10.1145/3102304.3109810). Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3102304.3109810>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- AHMED, Imran *et al.* A robust features-based person tracker for overhead views in industrial environment. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 5, n. 3, p. 1598-1605, 2018. DOI: [10.1109/JIOT.2017.2787779](https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2787779). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8241351>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- AHMED, Vian; ABU ALNAAJ, Karam; SABOOR, Sara. An investigation into stakeholders' perception of smart campus criteria: the American university of Sharjah as a case study.

Sustainability, v. 12, n. 12, p. 5187, 2020. DOI: [10.3390/su12125187](https://doi.org/10.3390/su12125187). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5187>. Acesso em: 23 fev. 2024.

AHMED, Mohamed A.; EL-SHARKAWY, Mohamed R.; KIM, Young-Chon. Remote monitoring of electric vehicle charging stations in smart campus parking lot. **Journal of Modern Power Systems and Clean Energy**, v. 8, n. 1, p. 124-132, 2019. DOI: [10.35833/MPCE.2018.000502](https://doi.org/10.35833/MPCE.2018.000502). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8913668>. Acesso em: 01 mar. 2024.

AHUJA, Kiran; KHOSLA, Arun. A novel framework for data acquisition and ubiquitous communication provisioning in smart cities. **Future Generation Computer Systems**, v. 101, p. 785-803, 2019. DOI: [10.1016/j.future.2019.07.029](https://doi.org/10.1016/j.future.2019.07.029). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X19306211?via%3Dihub>. Acesso em: 28 mar. 2024.

AINI, Qurotul et al. Digitalization of smart student assessment quality in era 4.0. **International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering**, v. 9, n. 1.2, 2020. DOI: [10.30534/ijatcse/2020/3891.22020](https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/3891.22020). Disponível em: <https://www.warse.org/IJATCSE/static/pdf/file/ijatcse38912sl2020.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

ALBINO, Vito; BERARDI, Umberto; DANGELICO, Rosa Maria. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of urban technology**, v. 22, n. 1, p. 3-21, 2015. DOI: [10.1080/10630732.2014.942092](https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10630732.2014.942092>. Acesso em: 20 jan. 2024.

ALGHAMDI, Abdullah; SHETTY, Sachin. Survey toward a smart campus using the internet of things. In: **2016 IEEE 4th international conference on future internet of things and cloud (FiCloud)**. IEEE, 2016. p. 235-239. DOI: [10.1109/FiCloud.2016.41](https://doi.org/10.1109/FiCloud.2016.41). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7575869>. Acesso em: 19 abr. 2024.

ALI, Shahzad *et al.* Persistence and availability of floating content in a campus environment. In: **2015 IEEE conference on computer communications (INFOCOM)**. IEEE, 2015. p. 2326-2334. DOI: [10.1109/INFOCOM.2015.7218620](https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2015.7218620). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7218620>. Acesso em: 23 fev. 2024.

ALRASHED, Saleh. Key performance indicators for Smart Campus and Microgrid. **Sustainable cities and society**, v. 60, p. 102264, 2020. DOI: [10.1016/j.scs.2020.102264](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102264). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670720304856?via%3Dihub>. Acesso em 01 mar. 2024.

ALTINAY, Fahriye et al. Readiness to Online Learning: to be a Smart University. **Romanian Journal for Multidimensional Education/Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala**, v. 12, 2020. DOI: [10.18662/rrem/12.1sup2/241](https://doi.org/10.18662/rrem/12.1sup2/241). Disponível em: <https://lumenpublishing.com/journals/index.php/rrem/article/view/2720>. Acesso em: 12 dez. 2023.

ALVES, Roberto Cavalleiro de Macedo. **A realidade virtual como ferramenta de aprendizagem na formação do profissional da construção civil**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2014. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/7946>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ALVES, Alzenir Teixeira; MIGUEL, Joelson Rodrigues. **A Importância da Formação Continuada nos Processos de Ensino e Aprendizagem**. ID on line. Revista de psicologia, v. 15, n. 55, p. 146-158, 2021. DOI: [10.14295/online.v15i55.3042](https://doi.org/10.14295/online.v15i55.3042). Disponível em: <https://online.emnuvens.com.br/id/article/view/3042/4752>. Acesso em: 20 dez. 2024.

AMARAL, Renata Castiglioni. **Análise da aplicabilidade da pegada ecológica em contextos universitários: estudo de caso no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo**. 2010. Monografia. Universidade de São Paulo. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/190297/mod_resource/content/1/Amaral_Renata_Castiglioni.pdf. Acesso em: 28 jan. 2025.

ANAGNOSTOPOULOS, Theodoros *et al.* Challenges and solutions of surveillance systems in IoT-enabled smart campus: a survey. **IEEE Access**, v. 9, p. 131926-131954, 2021. DOI: [10.1109/ACCESS.2021.3114447](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3114447). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9543662>. Acesso em: 20 jan. 2024.

ANTEVSKI, Kiril; REDONDI, Alessandro EC; PITIC, Razvan. A hybrid BLE and Wi-Fi localization system for the creation of study groups in smart libraries. In: **2016 9th IFIP wireless and mobile networking conference (WMNC)**. IEEE, 2016. p. 41-48. DOI: [10.1109/WMNC.2016.7543928](https://doi.org/10.1109/WMNC.2016.7543928). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7543928>. Acesso em: 01 mar. 2024.

ARAÚJO, Ulisses. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. **ETD-Educação Temática Digital**, v. 12, p. 31-48, 2011. DOI: [10.20396/etd.v12i0.1202](https://doi.org/10.20396/etd.v12i0.1202). Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/1202>. Acesso em: 20 jan. 2024.

AYER, Steven K.; MESSNER, John I.; ANUMBA, Chimay J. Augmented reality gaming in sustainable design education. **Journal of Architectural Engineering**, v. 22, n. 1, p. 04015012, 2016. DOI: [10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000195](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000195). Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000195>. Acesso em: 24 fev. 2024.

AWUZIE, Bankole *et al.* Facilitating successful smart campus transitions: A systems thinking-SWOT analysis approach. **Applied Sciences**, v. 11, n. 5, p. 2044, 2021. DOI: [10.3390/app11052044](https://doi.org/10.3390/app11052044). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/5/2044>. Acesso em: 24 fev. 2024.

AZIZI, Shoaib *et al.* Application of Internet of Things in academic buildings for space use efficiency using occupancy and booking data. **Building and environment**, v. 186, p. 107355, 2020. DOI: [10.1016/j.buildenv.2020.107355](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107355). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132320307241>. Acesso em: 09 abr. 2024.

BANERJEE, Sayani; ASHWIN, T. S.; GUDDETI, Ram Mohana Reddy. Multimodal behavior analysis in computer-enabled laboratories using nonverbal cues. **Signal, Image and Video Processing**, v. 14, p. 1617-1624, 2020. DOI: [10.1007/s11760-020-01705-4](https://doi.org/10.1007/s11760-020-01705-4). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11760-020-01705-4#citeas>. Acesso em: 09 abr. 2024.

BANSAL, Alka; ARORA, Dipti; SURI, Alka. Internet of things: Beginning of new era for libraries. **Library Philosophy and Practice**, p. 1, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/188141185.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

BARBOSA, A. F. **TIC educação 2011: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**. São Paulo: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto Br: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2012. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic-educacao-2011.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BARBOSA, A. F. **TIC educação 2018: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**. São Paulo: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto Br: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2019. Disponível em: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/216410120191105/tic_edu_2018_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 17 jul. 2023.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013. DOI: [10.26849/bts.v39i2.349](https://doi.org/10.26849/bts.v39i2.349). Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349>. Acesso em: 12 fev. 2024.

BARROS, Bruno Xavier; DE SABÓIA, Davi Leão; BARROS, Aparecida da Silva Xavier. O atendimento às novas DCNs de Engenharia no cenário pós-pandêmico: considerações sobre o fazer docente e a aprendizagem dos futuros engenheiros. In: **ABCIBER XIII-Simpósio Nacional da ABCIBER 2020**. 2021. Disponível em: <https://abciber.org.br/simposios/index.php/abciber/abciber13/paper/viewPaper/1324>. Acesso em: 24 fev. 2024.

BATES, Oliver; FRIDAY, Adrian. Beyond data in the smart city: repurposing existing campus IoT. **IEEE Pervasive Computing**, v. 16, n. 2, p. 54-60, 2017. DOI: [10.1109/MPRV.2017.30](https://doi.org/10.1109/MPRV.2017.30). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7891136>. Acesso em: 22 jan. 2024.

BATTESINI, Marcelo; MATEUS, Ana Lúcia Souza Silva. Aprendendo com aviões de papel: metodologias ativas no ensino em Engenharia de Produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 3, 2019. DOI: [10.5935/2236-0158.20180033](https://doi.org/10.5935/2236-0158.20180033). Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1357>. Acesso em: 22 jan. 2024.

BIBRI, Simon Elias; KROGSTIE, John. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. **Sustainable cities and society**, v. 31, p. 183-212, 2017. DOI: [10.1016/j.scs.2017.02.016](https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670716304073?via%3Dihub>. Acesso em: 22 jan. 2024.

BLIKSTEIN, P. **O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional**. 25 jul. 2010. Disponível em: http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil_pode_ser_lider_mundial_em_educacao.pdf. Acesso em: 17 jul. 2023.

BONWELL, Charles C.; EISON, James A. **Active learning: Creating excitement in the classroom**. 1991 ASHE-ERIC higher education reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183, 1991.

BRAGA, Mariluci. Realidade virtual e educação. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 1, n. 1, p. 0, 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50010104>. Acesso em: 24 fev. 2024.

BRASIL. Conselho Federal de Educação. Resolução n. 48, de 27 de abril de 1976. Fixa os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia e define suas áreas de habilitações. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 21, 1976. Disponível em: https://www.em.ufop.br/files/14_Resoluo_CFE_N_48_de_27_de_abril_de_1976.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE 776/97, de 03 de dezembro de 1997. Orienta para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 dez. 1997a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/PCNE776_97.pdf. Acesso em: 15 de jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.362, de 12 de dezembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, p. 17, de 25 fev. 2002a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES n.º 11/2002, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, n. 67, p. 32, de 9 abr. 2002b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES n.º 01, de 23 de janeiro de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, p. 109, de 23 abr. 2019a. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_PAR_CNECESN12019.pdf?query=curriculo. Acesso em: 15 de jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES n.º 02/2019, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, n. 80, p. 43-44, 26 abr. de 2019b. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 03 mar. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 1/2020. Dispõe sobre prazo de implantação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) durante a calamidade

pública provocada pela pandemia da COVID-19. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 30 dez. 2020, p. 64. 2020a. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=167921-rces001-20&category_slug=dezembro-2020-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 06 abr. 2024.

BRASIL. Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 out. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cp-2020>. Acesso em: 19 jan. 2025

BRASIL. Decreto n.º 23.569 de 11 de dezembro de 1933. Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 15 dez. 1933, Página 23441. 1933. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23569.htm. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Departamento Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador. Portaria DNSST nº 05, de 17 de agosto de 1992. Altera norma regulamentadora nº 9 estabelecendo a obrigatoriedade da elaboração de mapa de riscos ambientais. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 20 ago. 1992, Página 11327. Disponível em <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/1992/portaria-dnsst-05-1992.pdf>. Acesso em: 23 out. 2024.

BRASIL. Governo Federal. Lei n.º 4.024/1961, de 20 de dezembro de 1961. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, 27 dez. 1961, p. 11429. 1961. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4024.htm. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Governo Federal. Medida Provisória n.º 661, de 18 de Outubro de 1994. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, p. 15799, de 19 out. 1994. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/1990-1995/661.htm. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Governo Federal. Lei nº 9131/95, de 24 de novembro de 1995. Altera dispositivos da Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, de 25 de novembro de 1995. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9394.htm>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Governo Federal. Lei N.º 9.394 - Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 9 jan. 1997c. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 3 ago. 2010.

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Edital 4/97, de 10 de dezembro de 1997**. Torna público e convoca as Instituições de Ensino Superior a apresentar propostas para as novas diretrizes curriculares dos cursos superiores. 1997b Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/e04.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação profissional e Tecnológica. **Documento orientador para a superação da evasão e retenção na rede federal de educação profissional, científica e tecnológica**, 2014, p.20. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=110401-documento-orientador-evasao-retencao-vfinal&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 04 de nov. 2024.

BRASIL. **Relatório de Avaliação: Programa Wi-Fi Brasil**. Brasília: Governo Federal, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/planejamento/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmmap/politicas/2023/avaliacoes-conduzidas-pelo-cmag/relatorio_avaliacao_wi-fibrasil_atualizacao.pdf. Acesso em: 9 jan. 2025.

BUCEA-MANEA-ȚONIȘ, Rocsana et al. Creating IoT-enriched learner-centered environments in sports science higher education during the pandemic. **Sustainability**, v. 14, n. 7, p. 4339, 2022. DOI: [10.3390/su14074339](https://doi.org/10.3390/su14074339). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/7/4339>. Acesso em: 22 mar. 2024.

BULL, Glen *et al.* Reflections on preparing educators to evaluate the efficacy of educational technology: An interview with Joseph South. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 17, n. 1, p. 11-16, 2017. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/177270/>. Acesso em 03 mar. 2024.

CASSEMIRO, Kleiton; HENRIQUE, Ana Lúcia Sarmiento. Para onde apontam as atuais Diretrizes Curriculares? Um olhar sobre as DCNs de engenharia. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 3, p. 656-683, 2020. DOI: [10.35786/1645-1384.v20.n3.04](https://doi.org/10.35786/1645-1384.v20.n3.04). Disponível em: <https://curriculosemfronteiras.org/vol20iss3articles/cassemiro-henrique.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CBMEC. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará. **Nota Técnico nº 21/2024: sistema de proteção por extintores de incêndio**. Fortaleza, 2024. Disponível em: <https://www.cepi.cb.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/100/2019/04/NT-21-SISTEMA-DE-PROTECAO-POR-EXTINTORES-DE-INCENDIO.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

CECCARINI, Chiara et al. On exploiting data visualization and IoT for increasing sustainability and safety in a smart campus. **Mobile Networks and Applications**, p. 1-10, 2021. DOI: [10.1007/s11036-021-01742-4](https://doi.org/10.1007/s11036-021-01742-4). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-021-01742-4>. Acesso em: 01 mar. 2024.

CECCARINI, Chiara; MIRRI, Silvia; PRANDI, Catia. Designing Interfaces to Display Sensor Data: A Case Study in the Human-Building Interaction Field Targeting a University

Community. **Sensors**, v. 22, n. 9, p. 3361, 2022. DOI: [10.3390/s22093361](https://doi.org/10.3390/s22093361). Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/9/3361>. Acesso em: 01 mar. 2024.

CHAN, Hubert CY; CHAN, Linus. Smart library and smart campus. **Journal of Service Science and Management**, v. 11, n. 6, p. 543-564, 2018. DOI: [10.4236/jssm.2018.116037](https://doi.org/10.4236/jssm.2018.116037). Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=88829>. Acesso em: 01 mar. 2024.

CHANG, Yao-Chung; LAI, Ying-Hsun. Campus edge computing network based on IoT street lighting nodes. **IEEE Systems Journal**, v. 14, n. 1, p. 164-171, 2018. DOI: [10.1109/JSYST.2018.2873430](https://doi.org/10.1109/JSYST.2018.2873430). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8490873>. Acesso em: 23 fev. 2023.

CHAGNON-LESSARD, Noémie *et al.* Smart campuses: extensive review of the last decade of research and current challenges. **IEEE Access**, 2021. DOI: [10.1109/ACCESS.2021.3109516](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109516). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9526629>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CHAMBA-ERAS, Luis; AGUILAR, Jose. Augmented reality in a smart classroom—Case study: SaCI. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 12, n. 4, p. 165-172, 2017. DOI: [10.1109/RITA.2017.2776419](https://doi.org/10.1109/RITA.2017.2776419). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8119581>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CHEN, Shun-Hsing; WANG, Hui-Hua; YANG, King-Jang. Establishment and application of performance measure indicators for universities. **The TQM Journal**, v. 21, n. 3, p. 220-235, 2009. DOI: [10.1108/17542730910953004](https://doi.org/10.1108/17542730910953004). Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17542730910953004/full/html>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CHEN, Siyu *et al.* Improved fuzzy algorithm for college Students' academic Early Warning. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2022, 2022. DOI: [10.1155/2022/5764800](https://doi.org/10.1155/2022/5764800). Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2022/5764800/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CHEN, Ying; ZHANG, Runtong; SHANG, Xiaopu. The Construction and Trend of Intelligent Information Campus. In: **ICEIS (4)**. 2011. p. 505-508. DOI: [10.5220/0003584905050508](https://doi.org/10.5220/0003584905050508). Disponível em: <https://www.scitepress.org/papers/2011/35849/35849.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CHEN, Zhangbin; LIU, Yang. Research and Construction of University Data Governance Platform Based on Smart Campus Environment. In: **2021 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture**. 2021. p. 450-455. DOI: [10.1145/3495018.3495097](https://doi.org/10.1145/3495018.3495097). Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3495018.3495097>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CHEN, Qingyong *et al.* Educational 5G Edge Computing: Framework and Experimental Study. **Electronics**, v. 11, n. 17, p. 2727, 2022. DOI: [10.3390/electronics11172727](https://doi.org/10.3390/electronics11172727). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/17/2727>. Acesso em: 23 fev. 2024.

CHENG, Yunli *et al.* Research on key technologies of data-oriented intelligent campus in 5G environment. In: **2022 2nd International Conference on Consumer Electronics and Computer Engineering (ICCECE)**. IEEE, 2022. p. 203-208. DOI: [10.1109/ICCECE54139.2022.9712690](https://doi.org/10.1109/ICCECE54139.2022.9712690). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9712690>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CHICHERNEA, Virgil; SMEDESCU, Dan. Campus information systems for enhancing quality and performance in a smart city high education environment. In: **The International Scientific Conference ELearning and Software for Education**. " Carol I" National Defence University, 2016. p. 50. DOI: [10.12753/2066-026X-16-007](https://doi.org/10.12753/2066-026X-16-007). Disponível em: <https://proceedings.elseconference.eu/index.php?paper=b8129302d19ba322c27fb71b96ba5991>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CIOLACU, Monica Ionita et al. Education 4.0–jump to innovation with IoT in higher education. In: **2019 IEEE 25th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)**. IEEE, 2019. p. 135-141. DOI: [10.1109/SIITME47687.2019.8990825](https://doi.org/10.1109/SIITME47687.2019.8990825). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8990825>. Acesso em: 25 mar. 2024.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Documento de apoio à implantação das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília: CNI, 2020a. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/file/DocumentoApoioImplantacaoDCNs.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Relatório Síntese**. Brasília: CNI, 2020b. Disponível em: https://www.abenge.org.br/file/RelatorioSintese%20_CN-DCNs_final.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **O Futuro da Formação em Engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades**. Brasília: CNI, 2021. 254 p. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/46/82/46825c8f-818a-43b6-9eee-6e0d27b1462c/livro_o_futuro_da_formacao_em_engenharia4.pdf. Acesso em: 03 abr. 2024.

COCCOLI, Mauro *et al.* Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 25, n. 6, p. 1003-1011, 2014. DOI: [10.1016/j.jvlc.2014.09.007](https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.09.007). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1045926X1400086X?via%3Dihub>. Acesso em: 03 mar. 2024.

COLVIN, Janet W.; ASHMAN, Marinda. Roles, risks, and benefits of peer mentoring relationships in higher education. **Mentoring & tutoring: partnership in learning**, v. 18, n. 2, p. 121-134, 2010. DOI: [10.1080/13611261003678879](https://doi.org/10.1080/13611261003678879). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13611261003678879>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CORDEIRO, João Sérgio *et al.* Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 3, 2008. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/68>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CORDEIRO, Joao Sergio; QUEIROS, Pedro Lopes; BORGES, Mario Neto. A Associação Brasileira de Educação em Engenharia. In: **OLIVEIRA, Vanderli Fava de (Org.)**. Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia. Brasília: Inep, Confea, 2010.

CRAWLEY, Edward et al. Rethinking engineering education. **The CDIO approach**, v. 302, n. 2, p. 60-62, 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-05561-9>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CRISP, Gloria; CRUZ, Irene. Mentoring college students: A critical review of the literature between 1990 and 2007. **Research in higher education**, v. 50, p. 525-545, 2009. DOI: [10.1007/s11162-009-9130-2](https://doi.org/10.1007/s11162-009-9130-2). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11162-009-9130-2>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CRUZ, Sayonara Ribeiro Marcelino et al. **Os desafios para implantação das DCNs dos cursos de engenharia**: experiências do grupo de estudos assessoria pedagógica universitária. Boas Práticas de Formação Docente em Engenharia. Brasília: ABENGE, 2022. Disponível em: https://www2.ufjf.br/nucleofoco/files/2022/11/E-book_GT_FP_2022.pdf#page=30. Acesso em 05 abr. 2024.

CURI FILHO, Wagner Ragi et al. Curricularização da extensão e adequação às DCNs 2019 nos cursos de engenharia: processos, desafios e oportunidades. **Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social-ISSN 2594-7060**, v. 18, n. 1, p. 19-19, 2023. Disponível em: <https://anais.eneds.org.br/index.php/eneds/article/view/760>. Acesso em: 07 abr. 2024.

CURRALO, Ana Filomena *et al.* Joining sustainable design and internet of things technologies on campus: the IPVC smartbottle practical case. **Sustainability**, v. 14, n. 10, p. 5922, 2022. DOI: [10.3390/su14105922](https://doi.org/10.3390/su14105922). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/10/5922>. Acesso em: 23 fev. 2024.

DALLA GASPERINA, Liane et al. Smart practices in HEIs and the contribution to the SDGs: implementation in Brazilian university. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 23, n. 2, p. 356-378, 2022. DOI: [10.1108/IJSHE-12-2020-0480](https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2020-0480). Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJSHE-12-2020-0480/full/html>. Acesso em: 03 jun. 2023.

DAKE, Delali Kwasi; BADA, Godwin Kudjo; DADZIE, Abraham Ekow. Internet of Things (IoT) Applications in Education: Benefits and Implementation Challenges in Ghanaian Tertiary Institutions. **Journal of Information Technology Education: Research**, v. 22, 2023. DOI: [10.28945/5183](https://doi.org/10.28945/5183). Disponível em: <https://www.informingscience.org/Publications/5183>. Acesso em: 24 mar. 2024

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. DOI: [10.15536/thema.14.2017.268-288.404](https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404). Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>. Acesso em: 03 mar. 2024.

DONG, Xin *et al.* OnCampus: a mobile platform towards a smart campus. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2016. DOI: [10.1186/s40064-016-2608-4](https://doi.org/10.1186/s40064-016-2608-4). Disponível em: <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2608-4>. Acesso em: 03 mar. 2024.

DONG, Zhao Yang *et al.* Smart campus: definition, framework, technologies, and services. **IET Smart Cities**, v. 2, n. 1, p. 43-54, 2020. DOI: [10.1049/iet-smc.2019.0072](https://doi.org/10.1049/iet-smc.2019.0072). Disponível em: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/iet-smc.2019.0072>. Acesso em: 10 set. 2023.

DOS SANTOS, Lilia Jarina Almeida Martins *et al.* A importância da atividade física na saúde mental em estudantes do ensino superior: Revisão de literatura. **Lecturas: Educación física y deportes**, v. 28, n. 305, p. 10, 2023. DOI: [10.46642/efd.v28i305.3478](https://doi.org/10.46642/efd.v28i305.3478). Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9130182>. Acesso em: 23 jan. 2025.

ELSAADANY, Amr; SOLIMAN, Mohamed. Experimental evaluation of Internet of Things in the educational environment. **International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)**, 7(3), 50–60, 2017. DOI: [10.3991/ijep.v7i3.7187](https://doi.org/10.3991/ijep.v7i3.7187). Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/7187>. Acesso em: 25 jul. 2023.

ERCAN, Tuncay. Effective use of cloud computing in educational institutions. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 2, p. 938-942, 2010. DOI: [10.1016/j.sbspro.2010.03.130](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.130). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810001709>. Acesso em: 26 mar. 2024.

EL MRABET, Hicham; MOUSSA, Abdelaziz Ait. IoT-School Attendance System Using RFID Technology. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)**, [S. l.], v. 14, n. 14, p. pp. 95–108, 2020. DOI: [10.3991/ijim.v14i14.14625](https://doi.org/10.3991/ijim.v14i14.14625). Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/14625>. Acesso em: 23 jan. 2025.

ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000. DOI: [10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733399000554>. Acesso em: 21 fev. 2025.

FASIHUDDIN, Heba; SKINNER, Geoff; ATHAUDA, Rukshan. A holistic review of cloud-based e-learning system. In: **Proceedings of IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) 2012**. IEEE, 2012. p. H1C-6-H1C-11. DOI: [10.1109/TALE.2012.6360325](https://doi.org/10.1109/TALE.2012.6360325). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6360325>. Acesso em: 25 mar. 2024.

FRANCISCO, Ana Carolina Camargo. **Modelo matemático para avaliação de campus sustentável e inteligente**. 2021. 218 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/217088>. Acesso em: 03 ago. 2023.

FENG, Huali. A Novel Adaptive Affective Cognition Analysis Model for College Students Using a Deep Convolution Neural Network and Deep Features. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 2022, 2022. DOI: [10.1155/2022/2114114](https://doi.org/10.1155/2022/2114114). Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/cin/2022/2114114/>. Acesso em: 09 abr. 2024.

FERNÁNDEZ-CARAMÉS, Tiago M.; FRAGA-LAMAS, Paula. Towards next generation teaching, learning, and context-aware applications for higher education: A review on blockchain, IoT, fog and edge computing enabled smart campuses and universities. **Applied Sciences**, v. 9, n. 21, p. 4479, 2019. DOI: [10.3390/app9214479](https://doi.org/10.3390/app9214479). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/21/4479>. Acesso em: 25 mar. 2024.

FERNANDES, Bruno C. Linhares; VALENTE, Poliana Dutra. **Relatório de inteligência: Fitness**. Rio de Janeiro: Sebrae/RJ, 2018. 39 p. : il. ; 29 cm. ISBN 978-85-7714-218-7. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Sebrae%20Fitness_completo.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.

FERREIRA, F. H. C.; ARAÚJO, R. M. Campus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios. **RelaTe-DIA**, [S. l.], v. 11, n. 1, 2018. Disponível em: <http://seer.unirio.br/monografiasppgi/article/view/7147>. Acesso em: 15 nov. 2022.

FRAGA-LAMAS, Paula *et al.* Design and experimental validation of a LoRaWAN fog computing based architecture for IoT enabled smart campus applications. **Sensors**, v. 19, n. 15, p. 3287, 2019. DOI: [10.3390/s19153287](https://doi.org/10.3390/s19153287). Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/15/3287>. Acesso em: 23 fev. 2024.

FRANK, Kevin *et al.* **A review of sprinkler system effectiveness studies**. Fire science reviews, v. 2, p. 1-19, 2013. DOI: [10.1186/2193-0414-2-6](https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-6). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/2193-0414-2-6>. Acesso em: 23 jan. 2025.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALEANO-BARRERA, Claudia Jazmín *et al.* Identificación de los pilares que direccionan a una institución universitaria hacia un Smart-Campus. **Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación**, v. 9, n. 1, p. 127-145, 2018. DOI: [10.19053/20278306.v9.n1.2018.8511](https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.8511). Disponível em: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/8511. Acesso em: 09 set. 2023.

GAO, Meirong. Smart campus teaching system based on ZigBee wireless sensor network. **Alexandria Engineering Journal**, v. 61, n. 4, p. 2625-2635, 2022. DOI: [10.1016/j.aej.2021.09.001](https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.09.001). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016821006025?via%3Dihub>. Acesso em: 09 set. 2023.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GEM. Global Entrepreneurship Monitor. **Global Entrepreneurship Monitor 2022/2023 Global Report Adapting to a “New Normal”**, 2022. Disponível em: <https://www.gemconsortium.org/file/open?fileId=51147>. Acesso em: 23 mar. 2024.

GEORGE, Babu; WOODEN, Ontario. Managing the strategic transformation of higher education through artificial intelligence. **Administrative Sciences**, v. 13, n. 9, p. 196, 2023. DOI: [10.3390/admsci13090196](https://doi.org/10.3390/admsci13090196). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3387/13/9/196>. Acesso em: 26 mar. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILL, Sajid Habib *et al.* Security and privacy aspects of cloud computing: a smart campus case study. **Intell. autom. soft comput**, v. 31, n. 1, p. 117-128, 2022. DOI: [10.32604/iasc.2022.016597](https://doi.org/10.32604/iasc.2022.016597). Disponível em: <https://www.techscience.com/iasc/v31n1/44285>. Acesso em: 23 fev. 2024.

GILMAN, Ekaterina *et al.* Internet of things for smart spaces: A university campus case study. **Sensors**, v. 20, n. 13, p. 3716, 2020. DOI: [10.3390/s20133716](https://doi.org/10.3390/s20133716). Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/13/3716>. Acesso em: 23 fev. 2024.

GOUVEIA, Marco Aurélio da Cruz. Desafios para o futuro do ensino da engenharia. **Educação & Tecnologia**, Belo Horizonte, v.21, n.2, p.78-90, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/743>. Acesso em: 06 abr. 2024.

GRANT, C. D.; DICKSON, B. R. Personal skills in chemical engineering graduates: the development of skills within degree programmes to meet the needs of employers. **Education for chemical engineers**, v. 1, n. 1, p. 23-29, 2006. DOI: [10.1205/ece.05004](https://doi.org/10.1205/ece.05004). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1749772806700045>. Acesso em 25 mar. 2024.

GUPTA, M.; KAR, A. K. How to make a Smart Campus-Smart Campus Programme in IIT Delhi. **Tech Report Indian Institute of Technology Delhi**, Delhi, 2015. DOI: [10.13140/RG.2.1.4629.9601](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4629.9601). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Arpan-Kar/publication/284105358_Binder_Report/links/564c0c9c08ae4ae893b81fe5/Binder-Report.pdf. Acesso em: 26 mar. 2024.

HADWAN, Mohammed; KHAN, Rehan Uallah; ABUZANOUNEH, Khalil Ibrahim Mohammad. Towards a smart campus for Qassim university: an investigation of Indoor navigation system. **Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal**, v. 5, n. 6, p. 831-837, 2020. DOI: [10.25046/aj050699](https://doi.org/10.25046/aj050699). Disponível em: <https://www.astesj.com/v05/i06/p99/#1652595218465-11b1b4e5-a3cc>. Acesso em: 25 mar. 2024.

HAGHI, Armin *et al.* Fast-paced development of a smart campus IoT platform. In: **2017 Global Internet of Things Summit (GloTS)**. IEEE, 2017. p. 1-6. DOI: [10.1109/GIOTS.2017.8016214](https://doi.org/10.1109/GIOTS.2017.8016214). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8016214>. Acesso em: 23 fev. 2024.

HAMAD, Ali H. Smart campus monitoring based video surveillance using haar like features and k-nearest neighbour. **International Journal of Computing and Digital Systems**, v. 10, 2021. DOI: [10.12785/ijcds/100179](https://doi.org/10.12785/ijcds/100179). Disponível em: <https://journal.uob.edu.bh/handle/123456789/4218>. Acesso em: 23 fev. 2024.

HAN, Songyue *et al.* Fog-edge collaborative task offloading strategy based on chaotic teaching and learning particle swarm optimization. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 2022, 2022. DOI: [10.1155/2022/3343051](https://doi.org/10.1155/2022/3343051). Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/cin/2022/3343051/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

HEINEMANN, Colleen; USKOV, Vladimir L. Smart university: literature review and creative analysis. In: **International Conference on Smart Education and Smart E-Learning**. Springer, Cham, 2017. p. 11-46. DOI: [10.1007/978-3-319-59454-5_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59454-5_2). Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59454-5_2. Acesso em: 11 dez. 2023.

HEMAPRIYA, D. et al. Wearable medical devices—Design challenges and issues. In: **2017 International conference on innovations in green energy and healthcare technologies (IGEHT)**. IEEE, 2017. p. 1-6. DOI: [10.1109/IGEHT.2017.8094096](https://doi.org/10.1109/IGEHT.2017.8094096). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8094096>. Acesso em: 25 mar. 2024.

HIRSCH, Benjamin; NG, Jason. Education beyond the cloud: Anytime-anywhere learning in a smart campus environment. In: **2011 international conference for internet technology and secured transactions**. IEEE, 2011. p. 718-723. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6148426>. Acesso em: 26 mar. 2024.

HOLLIER, S. *et al.* Internet of Things (IoT) education: Implications for students with disabilities. **Curtin University**, 2017. Disponível em: https://www.ncsehe.edu.au/wp-content/uploads/2018/08/2017-IoT-Report-FINAL-20171020_Accessible.pdf. Acesso em: 26 mar. 2024.

HOSS, Douglas Felipe et al. Uso de memorandos eletrônicos para redução do uso de papel em uma instituição de ensino superior. **Geoambiente On-line**, n. 35, p. 218-228, 2019. DOI: [10.5216/revgeoamb.v0i35.54498](https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i35.54498). Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/54498>. Acesso em: 28 jan. 2025.

HUANG, Li-Shing; SU, Jui-Yuan; PAO, Tsang-Long. A context aware smart classroom architecture for smart campuses. **Applied sciences**, v. 9, n. 9, p. 1837, 2019. DOI: [10.3390/app9091837](https://doi.org/10.3390/app9091837). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/9/1837>. Acesso em: 26 mar. 2024.

HUBNER, Marcos Leandro Freitas; ANDRETTA, Pedro Ivo Silveira. A relação entre sucesso acadêmico e biblioteca universitária: uma análise a partir dos empréstimos domiciliares em uma universidade brasileira. **Información, cultura y sociedad**, n. 34, p. 45-62, 2016. Disponível em: https://www.scielo.org/ar/scielo.php?pid=S1851-17402016000100004&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 25 fev. 2025.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **Manual de Elaboração de Projetos Pedagógicos dos Cursos do Instituto Federal do Ceará**. Pró reitoria de Ensino; Organização Ana Cláudia Uchôa, Araújo; Ana Leila Freitas Maciel; Armênia Chaves

Fernandes Vieira; Jarbiani Sucupira Alves de Castro. Fortaleza: IFCE, 2017. Disponível em: <https://acervo.ifce.edu.br/iguatu/menu/diretoria-de-ensino/documentos/2017-099-resolucao-manual-de-elaboracao-de-projetos-pedagogicos-do-ifce.pdf/@@download/file/2017%20099%20RESOLUCAO%20MANUAL%20DE%20ELABORACAO%20DE%20PROJETOS%20PEDAGOGICOS%20DO%20IFCE.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **Resolução nº 61, de 2021**. Fortaleza: IFCE, 2021. Disponível em: https://portal.ifce.edu.br/documents/1443/Resolu%C3%A7%C3%A3o_61_-_2021.pdf. Acesso em: 23 out. 2025.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **Plano estratégico para permanência e êxito dos estudantes do IFCE**. Armênia Chaves Fernandes Vieira, Erica de Lima Gallindo, Hobson Almeida Cruz. - Fortaleza: IFCE, 2017. 124p. Il. Color. Disponível em: <https://ifce.edu.br/proen/ensino/plano-de-permanencia-e-exito.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **Site oficial do IFCE**, 2023. Disponível em: <https://ifce.edu.br/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **IFCE Campus Caucaia: o campus**, 2024a. Disponível em: <https://ifce.edu.br/caucaia/menu/o-campus>. Acesso em: 18 dez. 2024.

IFCE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. **IFCE Campus Caucaia: cursos**", 2024b. Disponível em: <https://ifce.edu.br/caucaia/menu/ensino/cursos>. Acesso em: 18 dez. 2024.

IKRISSI, Ghizlane; MAZRI, Tomader. A study of smart campus environment and its security attacks. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 44, p. 255-261, 2020. DOI: [10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W3-2020-255-2020](https://isprs-archives-XLIV-4-W3-2020-255-2020). Disponível em: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLIV-4-W3-2020/255/2020/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Trajatória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia**. Brasília: Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 305 p., 2010. Disponível em: <https://www.abenge.org.br/arquivos/downloads/trajetoria/vol01.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2024.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Indicadores de Fluxo da Educação Superior**. 2019. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-fluxo-da-educacao-superior>. Acesso em: 04 abr. 2024.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da Educação Superior: microdados do Censo da Educação Superior**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 04 abr. 2024.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Água, principais estatísticas no Brasil**, 2021. Disponível em: <https://bkp-trata.aideia.com/tratabrasil.org.br/pt/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua.html>. Acesso em: 12 ago. 2025.

IQBAL, Amna; OLARIU, Stephan. A survey of enabling technologies for smart communities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 54-77, 2020. DOI: [10.3390/smartcities4010004](https://doi.org/10.3390/smartcities4010004). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-6511/4/1/4>. Acesso em: 25 mar. 2024.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO 37122: Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities**. 2019. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:v1:en>. Acesso em: 11 abr. 2024.

IZQUIERDO, Jesus; PAULO, Maria de Assunção Lima de. **Inclusão digital e desempenho escolar no contexto da pandemia: uma análise comparativa entre Brasil e Colômbia**. Civitas-Revista de Ciências Sociais, v. 23, p. e42196, 2023. DOI: [10.15448/1984-7289.2023.1.42196](https://doi.org/10.15448/1984-7289.2023.1.42196). Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/civitas/article/view/42196>. Acesso em: 9 jan. 2025.

JABBAR, Waheb A. *et al.* An IoT Raspberry Pi-based parking management system for smart campus. **Internet of Things**, v. 14, p. 100387, 2021. DOI: [10.1016/j.iot.2021.100387](https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100387). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2542660521000317?via%3Dihub>. Acesso em: 23 fev. 2024.

JURVA, Risto *et al.* Architecture and operational model for smart campus digital infrastructure. **Wireless Personal Communications**, v. 113, p. 1437-1454, 2020. DOI: [10.1007/s11277-020-07221-5](https://doi.org/10.1007/s11277-020-07221-5). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11277-020-07221-5>. Acesso em: 12 dez. 2023.

KEMPER, Lorenz; VORHOFF, Gerrit; WIGGER, Berthold U. Predicting student dropout: A machine learning approach. **European Journal of Higher Education**, v. 10, n. 1, p. 28-47, 2020. DOI: [10.1080/21568235.2020.1718520](https://doi.org/10.1080/21568235.2020.1718520). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21568235.2020.1718520>. Acesso em: 25 mar. 2024.

KENNEY, Daniel R.; DUMONT, Ricardo; KENNEY, Ginger. **Mission and place: Strengthening learning and community through campus design**. 2005.

KERN, Mauro *et al.* A Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) e a defesa da modernização do ensino de Engenharia. **OLIVEIRA, V. F. de. A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 33-42, 2019.

KHAN, Yasser *et al.* Monitoring of vital signs with flexible and wearable medical devices. **Advanced materials**, v. 28, n. 22, p. 4373-4395, 2016. DOI: [10.1002/adma.201504366](https://doi.org/10.1002/adma.201504366). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201504366>. Acesso em: 25 mar. 2024.

KIRNER, Claudio; ZORZAL, Ezequiel Roberto. Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2005. p. 114-124. DOI: [10.5753/cbie.sbie.2005.114-124](https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2005.114-124). Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/398>. Acesso em: 26 mar. 2024.

KONDEPUDI, S. N. *et al.* Smart sustainable cities analysis of definitions. **The ITU-T focus group for smart sustainable cities**, 2014. Disponível em: https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved_Deliverables/TR-Definitions.docx#:~:text=%22A%20smart%20sustainable%20city%20is,generations%20with%20respect%20to%20economic%2C. Acesso em: 26 mar. 2024.

KURATKO, Donald F. The emergence of entrepreneurship education: Development, trends, and challenges. **Entrepreneurship theory and practice**, v. 29, n. 5, p. 577-597, 2005. DOI: [10.1111/j.1540-6520.2005.00099.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2005.00099.x). Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/j.1540-6520.2005.00099.x>. Acesso em: 17 jan. 2025.

KWET, Michael; PRINSLOO, Paul. The ‘smart’ classroom: a new frontier in the age of the smart university. **Teaching in Higher Education**, v. 25, n. 4, p. 510-526, 2020. DOI: [10.1080/13562517.2020.1734922](https://doi.org/10.1080/13562517.2020.1734922). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13562517.2020.1734922>. Acesso em: 07 jan. 2024.

KWOK, Lam-for. A vision for the development of i-campus. **Smart Learning Environments**, v. 2, p. 1-12, 2015. DOI: [10.1186/s40561-015-0009-8](https://doi.org/10.1186/s40561-015-0009-8). Disponível em: <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-015-0009-8>. Acesso em: 26 mar. 2024.

LI, Zhen *et al.* A Review of Smart Design Based on Interactive Experience in Building Systems. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 6760, 2020. DOI: [10.3390/su12176760](https://doi.org/10.3390/su12176760). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/17/6760>. Acesso em: 26 mar. 2024.

LI, Weiguang. Design of smart campus management system based on internet of things technology. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 40, n. 2, p. 3159-3168, 2021. DOI: [10.3233/JIFS-189354](https://doi.org/10.3233/JIFS-189354). Disponível em: <https://content.iospress.com/articles/journal-of-intelligent-and-fuzzy-systems/ifs189354>. Acesso em: 27 jun. 2023.

LIANG, Yi; CHEN, Zixi. Intelligent and real-time data acquisition for medical monitoring in smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 74836-74846, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2883106](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2883106). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8543563>. Acesso em: 26 mar. 2024.

LIGUITTE, Marcelo Abrantes; PIERACCIANI, Valter (org). **O Futuro das engenharias no Brasil**. Barueri, SP : Pieracciani Desenvolvimento de Empresas; Brasília, DF: Mútua - Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea, 132 p. 2023. Disponível em: https://www.mutua.com.br/wp-content/uploads/2023/08/futuro_engenharias-compactado.pdf. Acesso em: 02 abr. 2024.

LIU, Dejian; HUANG, Ronghuai; WOSINSKI, Marek. Smart learning in smart cities. **Springer Singapore**, 2017. DOI: [10.1007/978-981-10-4343-7](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4343-7). Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-4343-7>. Acesso em: 11 jan. 2023.

LIU, Miao; LI, Lin. The construction of smart campus in universities and the practical innovation of student work. In: **Proceedings of the 1st International Conference on Information Management and Management Science**. 2018. p. 154-157. DOI: [10.1145/3277139.3278307](https://doi.org/10.1145/3277139.3278307). Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3277139.3278307>. Acesso em: 12 dez. 2023.

LIU, Yang. Investigating users' willingness of acceptance for background music service in intelligent library. **Library Hi Tech**, v. 40, n. 1, p. 33-44, 2022. DOI: [10.1108/LHT-02-2019-0052](https://doi.org/10.1108/LHT-02-2019-0052). Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/LHT-02-2019-0052/full/html>. Acesso em: 01 mar. 2024.

LONGO, Edoardo et al. Smart gate: A modular system for occupancy and environmental monitoring of spaces. In: **2020 5th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)**. IEEE, 2020. p. 1-6. DOI: [10.23919/SpliTech49282.2020.9243754](https://doi.org/10.23919/SpliTech49282.2020.9243754). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9243754>. Acesso em: 01 mar. 2024.

LONGO, Edoardo *et al.* A 5G-Enabled Smart Waste Management System for University Campus. **Sensors**, v. 21, n. 24, p. 8278, 2021. DOI: [10.3390/s21248278](https://doi.org/10.3390/s21248278). Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/24/8278>. Acesso em: 23 fev. 2024.

LOPES, *et al.* Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, v. 35, 2019. DOI: [10.1590/0102-4698197403](https://doi.org/10.1590/0102-4698197403). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/D8BG7VqVDPmYk3d5xmCJJyF/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

LOUREIRO, Carine Bueira; LOPES, Maura Corcini. **Aprendizagem e tecnologias móveis sem fio: conexões, problematizações e possibilidades**. Educação, v. 44, n. 1, 2021. DOI: [10.15448/1981-2582.2021.1.32274](https://doi.org/10.15448/1981-2582.2021.1.32274). Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1981-25822021000100003&script=sci_arttext. Acesso em: 20 dez. 2024.

LUO, Li. Data acquisition and analysis of smart campus based on wireless sensor. **Wireless Personal Communications**, v. 102, n. 4, p. 2897-2911, 2018. DOI: [10.1007/s11277-018-5314-4](https://doi.org/10.1007/s11277-018-5314-4). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11277-018-5314-4>. Acesso em: 25 mar. 2024.

LUCIANO JÚNIOR, Janilson Nascimento; AMORIM, Bartira Pereira; MELO, Fagner José Coutinho de; SOBRAL, Eryka Fernanda Miranda; CRUZ, Tatyane Veras de Queiroz Ferreira da. Retenção de clientes em uma Instituição de Ensino Superior Pernambucana. **Revista Gestão em Análise**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 64-78, 2025. DOI: [10.12662/2359-618xregea.v14i2.p64-78.2025](https://doi.org/10.12662/2359-618xregea.v14i2.p64-78.2025). Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br/gestao/article/view/5565>. Acesso em: 18 mar. 2025.

LYTVYN, Vasyli et al. Intelligent system of a smart house. In: **2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)**. IEEE, 2019. p. 282-287. DOI: [10.1109/AIACT.2019.8847748](https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847748). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8847748>. Acesso em: 25 mar. 2024.

MADYATMADJA, Evaristus Didik *et al.* IoT usage on smart campus: a systematic literature review. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v. 11, n. 5, p. 45-52, 2021. DOI: [10.46338/IJETAE0521_06](https://doi.org/10.46338/IJETAE0521_06). Disponível em: https://ijetae.com/files/Volume11Issue5/IJETAE_0521_06.pdf. Acesso em: 24 fev. 2024.

MAINGINSKI, Fábio Edenei. **Alinhamento construtivo em um currículo por competências para engenharia mecânica: percepção de docentes**. 2019. 90 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4879>. Acesso em: 06 abr. 2024.

MAJEED, Asim; ALI, Mahmood. How Internet-of-Things (IoT) making the university campuses smart? QA higher education (QAHE) perspective. In: **2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)**. IEEE, 2018. p. 646-648. DOI: [10.1109/CCWC.2018.8301774](https://doi.org/10.1109/CCWC.2018.8301774). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8301774>. Acesso em 23 fev. 2024.

MAPHOSA, Vusumuzi. Using MyLSU app to enhance student engagement and promote a smart town at a rural university in Zimbabwe. **Cogent Education**, v. 7, n. 1, p. 1823143, 2020. DOI: [10.1080/2331186X.2020.1823143](https://doi.org/10.1080/2331186X.2020.1823143). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2331186X.2020.1823143>. Acesso em: 09 abr. 2024.

MARÇAL, Viviane G.; DE SOUZA, Henor Artur; COELHO, Fernanda Fonseca de Melo; MARÇAL, Caio Cesar Sousa. Relevância e percepção do conforto térmico no processo de aprendizagem em sala de aula. **Boletim Técnico do Senac**, [S. l.], v. 44, n. 2, 2018. DOI: [10.26849/bts.v44i2.693](https://doi.org/10.26849/bts.v44i2.693). Disponível em: <https://bts.senac.br/bts/article/view/693>. Acesso em: 14 jan. 2025.

MANRIQUE-JUAN, Cristina *et al.* A portable augmented-reality anatomy learning system using a depth camera in real time. **The American Biology Teacher**, v. 79, n. 3, p. 176-183, 2017. DOI: [10.1525/abt.2017.79.3.176](https://doi.org/10.1525/abt.2017.79.3.176). Disponível em: <https://online.ucpress.edu/abt/article-abstract/79/3/176/18940/A-Portable-Augmented-Reality-Anatomy-Learning>. Acesso em: 09 abr. 2024.

MANZOOR, Farhan; LINTON, David; LOUGHLIN, Michael. Occupancy monitoring using passive RFID technology for efficient building lighting control. In: **2012 Fourth International EURASIP Workshop on RFID Technology**. IEEE, 2012. p. 83-88. DOI: [10.1109/RFID.2012.10](https://doi.org/10.1109/RFID.2012.10). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6353853>. Acesso em: 04 fev. 2025.

MARQUES, Eliane Aparecida Ferreira *et al.* Gestão da coleta seletiva de resíduos sólidos no Campus Pampulha da UFMG: desafios e impactos sociais. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 3, p. 131-149, 2017. DOI: [10.5585/geas.v6i3.821](https://doi.org/10.5585/geas.v6i3.821). Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4716/471655316010/html/>. Acesso em: 25 jan. 2025.

MARTINS, Ronei Ximenes; LIMA, Francine de Paulo Martins. Diretrizes curriculares para Engenharia: oportunidades e desafios. **Vértice Técnica**, Minas Gerais: CREA-MG, p. 64-76,

2023. Disponível em: <https://www.crea-mg.org.br/novas-dcns-de-engenharia-0>. Acesso em: 05 abr. 2024.

MAKWANA, J. Use of Internet of Things (IoT) Applications in modern library activities and services. **Library Philosophy and Practice (e-journal)**, p. 66-93, 2021. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/6693/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

MÁXIMO, R. de O.; CARVALHO, L.; LOPES, J. E. F.; RIBEIRO, K. C. de S. Evasão e retenção no ensino superior: fatores socioeconômicos regionais e gestão de custos como determinantes da trajetória acadêmica. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. e3615, 2024. DOI: [10.7769/gesec.v15i3.3615](https://doi.org/10.7769/gesec.v15i3.3615). Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3615>. Acesso em: 24 fev. 2025.

MBOMBO, Anne Bakupa; CAVUS, Nadire. Smart university: A university in the technological age. **TEM Journal**, v. 10, n. 1, 2021. DOI: [10.18421/TEM101-02](https://doi.org/10.18421/TEM101-02). Disponível em: https://www.temjournal.com/content/101/TEMJournalFebruary2021_13_17.html. Acesso em 29 fev. 2024.

MENEZES, Rosilda de; FIGUEIREDO, Helenara Regina Sampaio. A integração de tecnologias digitais na prática pedagógica: uma revisão de literatura. **EaD & Tecnologias Digitais na Educação**, [S. l.], v. 11, n. 14, p. 85–103, 2023. DOI: [10.30612/eadtde.v12i14.17698](https://doi.org/10.30612/eadtde.v12i14.17698). Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/ead/article/view/17698>. Acesso em: 12 mar. 2025.

METALLIDOU, Chrysi K.; PSANNIS, Kostas E.; EGYPTIADOU, Eugenia Alexandropoulou. Energy efficiency in smart buildings: IoT approaches. **IEEE Access**, v. 8, p. 63679-63699, 2020. DOI: [10.1109/ACCESS.2020.2984461](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2984461). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9050775>. Acesso em: 04 fev. 2025.

MIRCEA, Marinela; STOICA, Marian; GHILIC-MICU, Bogdan. Investigating the impact of the internet of things in higher education environment. **IEEE Access**, v. 9, p. 33396-33409, 2021. DOI: [10.1109/ACCESS.2021.3060964](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3060964). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9359788>. Acesso em 10: set. 2023.

MIN-ALLAH, Nasro; ALRASHED, Saleh. Smart campus - A sketch. **Sustainable Cities and Society**, v. 59, p. 102231, 2020. DOI: [10.1016/j.scs.2020.102231](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102231). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670720302183?via%3Dihub>. Acesso em: 24 fev. 2024.

MONTI, Lorenzo *et al.* Edge-based transfer learning for classroom occupancy detection in a smart campus context. **Sensors**, v. 22, n. 10, p. 3692, 2022. DOI: [10.3390/s22103692](https://doi.org/10.3390/s22103692). Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/10/3692>. Acesso em: 23 fev. 2024.

MOHANDÉS, Mohamed *et al.* Preference-based smart parking system in a university campus. **IET Intelligent Transport Systems**, v. 13, n. 2, p. 417-423, 2019. DOI: [10.1049/iet-its.2018.5207](https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5207). Disponível em: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/iet-its.2018.5207>. Acesso em: 01 mar. 2024.

MOORE, Joi L.; DICKSON-DEANE, Camille; GALYEN, Krista. e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same?. **The Internet and higher education**, v. 14, n. 2, p. 129-135, 2011. DOI: [10.1016/j.iheduc.2010.10.001](https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.10.001). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1096751610000886?via%3Dihub>. Acesso em: 25 mar. 2024.

MUHAMAD, Wardani *et al.* Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. In: 2017 **International conference on information technology systems and innovation (ICITSI)**. IEEE, 2017. p. 384-391. DOI: [10.1109/ICITSI.2017.8267975](https://doi.org/10.1109/ICITSI.2017.8267975). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8267975>. Acesso em: 01 mar. 2024.

MUSA, Masitah; ISMAIL, Mohd Norasri; FUDZEE, Mohd Farhan Md. A survey on smart campus implementation in Malaysia. **JOIV: International Journal on Informatics Visualization**, v. 5, n. 1, p. 51-56, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.30630/joiv.5.1.434>. Disponível em: <https://www.joiv.org/index.php/joiv/article/view/434>. Acesso em: 05 jul. 2023.

MUSTAFA, Mohd Faizal *et al.* Student Perception Study on Smart Campus: A Case Study on Higher Education Institution. **Malaysian Journal of Computer Science**, p. 1-20, 2021. DOI: [10.22452/mjcs.sp2021no1.1](https://doi.org/10.22452/mjcs.sp2021no1.1). Disponível em: <https://ejournal.um.edu.my/index.php/MJCS/article/view/34124>. Acesso em 05 jul. 2023.

NAGOWAH, Soulakshmee Devi; STA, Hatem Ben; GOBIN-RAHIMBUX, Baby Ashwin. An ontology for an IoT-enabled smart parking in a university campus. In: **2019 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)**. IEEE, 2019. p. 474-479. DOI: [10.1109/ISC246665.2019.9071751](https://doi.org/10.1109/ISC246665.2019.9071751). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9071751>. Acesso em: 01 mar. 2024.

NAN, Feng *et al.* Real-time monitoring of smart campus and construction of Weibo public opinion platform. **IEEE Access**, v. 6, p. 76502-76515, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2883799](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2883799). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8550738>. Acesso em: 01 mar. 2024.

NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. Bookman Editora, 2013.

NG, Jason *et al.* The intelligent campus (iCampus): End-to-end learning lifecycle of a knowledge ecosystem. In: **2010 sixth International Conference on intelligent environments**. IEEE, 2010. p. 332-337. DOI: [10.1109/IE.2010.68](https://doi.org/10.1109/IE.2010.68). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5673735>. Acesso em: 11 abr. 2024.

NGUYEN, Thanh-Hiep *et al.* AI-powered university: Design and deployment of robot assistant for smart universities. **Journal of Advances in Information Technology Vol**, v. 13, n. 1, 2022. DOI: [10.1007/s11036-019-01238-2](https://doi.org/10.1007/s11036-019-01238-2). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-019-01238-2#citeas>. Acesso em: 11 nov. 2023.

NIU, Yiru *et al.* An efficient access control scheme for smart campus. **EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems**, v. 9, n. 6, p. e5-e5, 2022. DOI:

[10.4108/eai.21-3-2022.173712](https://publications.eai.eu/index.php/sis/article/view/349). Disponível em:
<https://publications.eai.eu/index.php/sis/article/view/349>. Acesso em: 23 fev. 2024.

NOGA, Liliane. **Desafios na formação do engenheiro-docente: novas DCNs, tecnologias da educação e da indústria 4.0**. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo, 240 p. 2021. Disponível em:
<https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/23846/1/Liliane%20Noga.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2024.

NONI, Ivan de; GANZAROLI, Andrea; PILOTTI, Luciano. Spawning exaptive opportunities in European regions: The missing link in the smart specialization framework. **Research Policy**, v. 50, n. 6, p. 104265, 2021. DOI: [10.1016/j.respol.2021.104265](https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104265). Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733321000688?via%3Dihub>. Acesso em: 03 mar. 2024.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. Students, computers and learning: making the connection. Paris: **OECD Publishing**, 2015. DOI:
[10.1787/9789264239555-en](https://doi.org/10.1787/9789264239555-en). Acesso em: 22 jan. 2025.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. PISA 2018 Results (Volume V): Effective Policies, Successful Schools. **OECD Publishing**. Paris, 2020. Disponível em: [10.1787/ca768d40-en](https://doi.org/10.1787/ca768d40-en). Acesso em: 22 jan. 2025.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. Education at a Glance 2023: OECD Indicators, **OECD Publishing**. Paris, 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1787/e13bef63-en>. Acesso em: 22 jan. 2025.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

OLIVEIRA, V. F. de (org.). **A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2019.

OLIVEIRA, J. R. de; BUENO, I. Proficiência em inglês na América Latina: enfrentando desigualdades. **Revista EntreLinguas**, Araraquara, v. 7, n. 00, p. e021003, 2021. DOI:
[10.29051/el.v7i00.14164](https://doi.org/10.29051/el.v7i00.14164). Disponível em:
<https://periodicos.fclar.unesp.br/entrelinguas/article/view/14164>. Acesso em: 24 fev. 2025.

OSU. Oregon State University. **Active teaching – active learning**. 4H 0259L reprinted, nov. Oregon: OSU, 2005. Disponível em: <<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/4-h0259l.pdf>> Acesso em: 17 jul. 2023.

OMIRZAK, Islam et al. Integrating Mobile Technologies in a Smart Classroom to Improve the Quality of the Educational Process: Synergy of Technological and Pedagogical Tools. **World Journal on Educational Technology: Current Issues**, v. 14, n. 3, p. 560-578, 2022. DOI: [10.18844/wjet.v14i3.7194](https://doi.org/10.18844/wjet.v14i3.7194). Disponível em: <https://unpub.eu/ojs/index.php/wjet/article/view/7194>. Acesso em: 04 ago. 2023.

OMOTAYO, Temitope et al. A systems thinking model for transitioning smart campuses to cities. **Frontiers in Built Environment**, v. 7, p. 755424, 2021a. DOI:
[10.3389/fbuil.2021.755424](https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.755424). Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2021.755424/full>. Acesso em: 04 ago. 2023.

OMOTAYO, Temitope et al. Infrastructure elements for smart campuses: A bibliometric analysis. **Sustainability**, v. 13, n. 14, p. 7960, 2021b. DOI: [10.3390/su13147960](https://doi.org/10.3390/su13147960). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/7960>. Acesso em: 04 ago. 2023.

ORMANCI, Ummuhan et al. A thematic review of interactive whiteboard use in science education: rationales, purposes, methods and general knowledge. **Journal of Science Education and Technology**, v. 24, p. 532-548, 2015. DOI: [10.1007/s10956-014-9543-3](https://doi.org/10.1007/s10956-014-9543-3). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-014-9543-3>. Acesso em: 25 mar. 2024.

OWOC, Mieczysław; MARCINIAK, Katarzyna. Knowledge management as foundation of smart university. In: **2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems**. IEEE, 2013. p. 1267-1272. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6644177>. Acesso em: 18 abr. 2024.

PAGLIARO, Francesca et al. A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. In: **2016 IEEE 16th international conference on environment and electrical engineering (EEEIC)**. IEEE, 2016. p. 1-6. DOI: [10.1109/EEEIC.2016.7555573](https://doi.org/10.1109/EEEIC.2016.7555573). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7555573>. Acesso em: 12 abr. 2024.

PAGNUTTI, Mary et al. Laying the foundation to use Raspberry Pi 3 V2 camera module imagery for scientific and engineering purposes. **Journal of Electronic Imaging**, v. 26, n. 1, p. 013014-013014, 2017. DOI: [10.1117/1.JEI.26.1.013014](https://doi.org/10.1117/1.JEI.26.1.013014). Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/journalArticle/Download?urlId=10.1117%2F1.JEI.26.1.013014>. Acesso em 25 mar. 2024.

PASETTI, Marco *et al.* On the use of LoRaWAN for the monitoring and control of distributed energy resources in a smart campus. **Applied Sciences**, v. 10, n. 1, p. 320, 2020. DOI: [10.3390/app10010320](https://doi.org/10.3390/app10010320). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/1/320>. Acesso em 23 fev. 2024.

PASPATIS, Alexandros et al. Smart Campus Microgrids towards a Sustainable Energy Transition—The Case Study of the Hellenic Mediterranean University in Crete. **Mathematics**, v. 10, n. 7, p. 1065, 2022. DOI: [10.3390/math10071065](https://doi.org/10.3390/math10071065). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/7/1065>. Acesso em: 01 mar. 2024.

PDST. Professional Development Service for Teachers. **Leaving Certificate Applied**, Teacher Handbook, Dublin, 2016

PENG, Jun et al. Social media based topic modeling for smart campus: a deep topical correlation analysis method. **IEEE Access**, v. 7, p. 7555-7564, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2890091](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2890091). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8594651>. Acesso em: 07 mar. 2024.

PÉREZ, Francisco Maciá; MARTINEZ, Jose Vicente Berna; FONSECA, Iren Lorenzo. Modelling and implementing smart universities: An it conceptual framework. **Sustainability**,

v. 13, n. 6, p. 3397, 2021. DOI: [10.3390/su13063397](https://doi.org/10.3390/su13063397). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/6/3397>. Acesso em: 28 mar. 2024.

PETCOVICI, Alexandr; STROULIA, Eleni. Location-based services on a smart campus: A system and a study. In: **2016 IEEE 3rd world forum on internet of things (WF-IOT)**. IEEE, 2016. p. 94-99. DOI: [10.1109/WF-IoT.2016.7845406](https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2016.7845406). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7845406>. Acesso em: 28 mar. 2024.

PINTO, Danilo Pereira; PORTELA, Júlio César da Silva; OLIVEIRA, Vanderli Fava de. Diretrizes curriculares e mudança de foco no curso de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 22, n. 2, p. 31-37, 2003.

PINTO, Luciana Gomes Pereira; ROMANO, Regiane Relva; TOMOTO, Matheus Akira. From the university to smart cities—how engineers can construct better cities in BRIC's countries: a real case from smart campus FACENS. In: **Advances in The Human Side of Service Engineering: Proceedings of the AHFE 2016 International Conference on The Human Side of Service Engineering**, July 27-31, 2016, Walt Disney World®, Florida, USA. Springer International Publishing, 2017. p. 347-354. DOI: [10.1007/978-3-319-41947-3_32](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41947-3_32). Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-41947-3_32. Acesso em: 24 mar. 2024.

PIOVESAN, Sandra Dutra; PASSERINO, Liliana Maria; PEREIRA, Adriana Soares. Virtual Reality as a Tool in the Education. **International Association for Development of the Information Society**, 2012. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED542830.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2024.

POLIN, Ken et al. The making of smart campus: A review and conceptual framework. **Buildings**, v. 13, n. 4, p. 891, 2023. DOI: [10.3390/buildings13040891](https://doi.org/10.3390/buildings13040891). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/4/891>. Acesso em: 24 mar. 2024.

POMPEI, Laura *et al.* Composite indicators for smart campus: Data analysis method. In: **2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)**. IEEE, 2018. p. 1-6. DOI: [10.1109/EEEIC.2018.8493893](https://doi.org/10.1109/EEEIC.2018.8493893). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8493893>. Acesso em: 24 mar. 2024.

PONCIANO, T. M.; GOMES, F. C. de V.; MORAIS, I. C. de. **Metodologia ativa na engenharia: verificação da abp em uma disciplina de engenharia de produção e um modelo passo a passo**. Principia, João Pessoa, v. 34, p. 1-8, 2017. DOI: [10.18265/1517-03062015v1n34p32-39](https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n34p32-39). Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1309>. Acesso em: 24 mar. 2024.

POZZEBON, Eliane; FRIGO, Luciana Bolan; BITTENCOURT, Guilherme. Inteligência artificial na educação universitária: quais as contribuições. **Revista CCEI**, v. 8, n. 13, p. 34-41, 2004. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/43752013/pozzebon04.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2024.

PRANDI, Catia *et al.* Smart campus: Fostering the community awareness through an intelligent environment. **Mobile Networks and Applications**, v. 25, n. 3, p. 945-952, 2020.

DOI: [10.1007/s11036-019-01238-2](https://doi.org/10.1007/s11036-019-01238-2). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-019-01238-2>. Acesso em: 01 nov. 2023.

PRINCE, Michael. **Does active learning work? A review of the research**. Journal of engineering education, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004. DOI: [10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x](https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>. Acesso em: 01 nov. 2023.

PROMWONGSA, Nattakorn et al. A comprehensive survey of the tactile internet: State-of-the-art and research directions. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 23, n. 1, p. 472-523, 2020. DOI: [10.1109/COMST.2020.3025995](https://doi.org/10.1109/COMST.2020.3025995). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9203885>. Acesso em: 25 mar. 2024.

PUCKDEEVONGS, Apiruk *et al.* Classroom attendance systems based on Bluetooth Low Energy Indoor Positioning Technology for smart campus. **Information**, v. 11, n. 6, p. 329, 2020. DOI: [10.3390/info11060329](https://doi.org/10.3390/info11060329). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/6/329>. Acesso em: 23 fev. 2024.

QI, Yu et al. A Chinese intelligent teaching platform for colleges based on cloud computing. **Mobile Information Systems**, v. 2022, 2022. DOI: [10.1155/2022/3487248](https://doi.org/10.1155/2022/3487248). Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/misy/2022/3487248/>. Acesso em: 08 out. 2023.

QUIJANO-SÁNCHEZ, Lara *et al.* Recommender systems for smart cities. **Information systems**, v. 92, p. 101545, 2020. DOI: [10.1016/j.is.2020.101545](https://doi.org/10.1016/j.is.2020.101545). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306437920300478?via%3Dihub>. Acesso em: 04 nov. 2023.

RASHMI, M.; ASHWIN, T. S.; GUDDETI, Ram Mohana Reddy. Surveillance video analysis for student action recognition and localization inside computer laboratories of a smart campus. **Multimedia Tools and Applications**, v. 80, n. 2, p. 2907-2929, 2021. DOI: [10.1007/s11042-020-09741-5](https://doi.org/10.1007/s11042-020-09741-5). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-020-09741-5>. Acesso em: 27 mar. 2024.

REINERS, Dirk et al. The combination of artificial intelligence and extended reality: A systematic review. **Frontiers in Virtual Reality**, v. 2, p. 721933, 2021. DOI: [10.3389/frvir.2021.721933](https://doi.org/10.3389/frvir.2021.721933). Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.721933/full>. Acesso em: 27 mar. 2024.

REVATHI, R. *et al.* IoT based Cloud Integrated Smart Classroom for smart and a sustainable Campus. **Procedia Computer Science**, v. 172, p. 77-81, 2020. DOI: [10.1016/j.procs.2020.05.012](https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.012). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920313351>. Acesso em: 27 mar. 2024.

RICO-BAUTISTA, Dewar et al. Smart University: A vision of technology adoption. **Revista Colombiana de Computación**, v. 22, n. 1, p. 44-55, 2021. DOI: [10.29375/25392115.4153](https://doi.org/10.29375/25392115.4153). Disponível em: <https://revistas.unab.edu.co/index.php/rcc/article/view/4153>. Acesso em: 08 out. 2023.

RODRIGUES, Laís Bássame et al. Evasão e retenção no ensino superior: abordagem baseada em taxas quantitativas. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 36, n. 16, p. 4-21, 2021. DOI: [10.20500/rce.v16i36.42914](https://doi.org/10.20500/rce.v16i36.42914). Disponível em:

<https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/42914>. Acesso em: 24 fev. 2025.

RODRIGUES, Leidiane Rodrigues e. **No Caminho das Novas DCNs: diagrama sobre os elementos constitutivos dos PPCs de Engenharia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 144 p. 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/15278>. Acesso em 27 mar. 2024.

ROMERO, Cristobal; VENTURA, Sebastian. Educational data mining and learning analytics: An updated survey. **Wiley interdisciplinary reviews: Data mining and knowledge discovery**, v. 10, n. 3, p. e1355, 2020. DOI: [10.1002/widm.1355](https://doi.org/10.1002/widm.1355). Disponível em:

<https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/widm.1355>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SANTOS, Bruno P. *et al.* Internet das coisas: da teoria à prática. **Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, v. 31, p. 16, 2016. Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SANTOS, Tiago. **Fundamentos da computação em nuvem**. Senac, 172 p. 2018.

SANTOS, Tatiana Barreto dos. Desafios da implementação das diretrizes curriculares nacionais para a Engenharia no Brasil. **Vértice Técnica**, Minas Gerais: CREA-MG, p. 77-80, 2023. Disponível em: <https://www.crea-mg.org.br/novas-dcns-de-engenharia-0>. Acesso em: 05 abr. 2024.

SÁNCHEZ-TORRES, Brayan et al. Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development. **Revista Facultad de Ingeniería**, v. 27, n. 47, p. 104-112, 2018. DOI: [10.19053/01211129.v27.n47.2018.7807](https://doi.org/10.19053/01211129.v27.n47.2018.7807). Disponível em:

<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/7807>. Acesso em: 10 out. 2023.

SAVOV, Teodor et al. Smart classroom, internet of things and personalized teaching. In: **CBU International Conference Proceedings**. 2019. p. 1001-1007. DOI:

[10.12955/cbup.v7.1491](https://doi.org/10.12955/cbup.v7.1491). Disponível em: <https://ojs.journals.cz/index.php/CBUIC/article/view/1491>. Acesso em: 19 abr. 2024.

SCHENATZ, Biancca Nardelli; CUNHA, Maria Alexandra Viegas Cortez da; KUGLER, José Luiz Carlos. Smart Campus e Analytics na gestão de instituições de ensino superior para redução da evasão e promoção da permanência. **Revista Inteligência Competitiva**, v. 9, n. 2, p. 82-101, 2019. DOI: [10.24883/IberoamericanIC.v9i2.323](https://doi.org/10.24883/IberoamericanIC.v9i2.323). Disponível em:

<https://iberoamericanic.org/rev/article/view/323>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SCHIFF, Daniel. Education for AI, not AI for education: The role of education and ethics in national AI policy strategies. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 32, n. 3, p. 527-563, 2022. DOI: [10.1007/s40593-021-00270-2](https://doi.org/10.1007/s40593-021-00270-2). Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-021-00270-2>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030: Sumário executivo.** Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Serviço Social da Indústria, Rosa Maria Vicari. Brasília : SENAI, 2018, 52 p.: il. Disponível em:

https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/3a/60/3a606b84-69a1-41e2-9a58-ac07ce725ee1/sumario_tendencias_web.pdf. Acesso em: 11 abr. 2024.

SHAHIN, Rawan; SABRI, Khair Eddin. A secure IoT framework based on blockchain and machine learning. **International Journal of Computing and Digital System**, 2021. DOI: [10.12785/ijcds/110154](https://journal.uob.edu.bh/handle/123456789/4303). Disponível em: <https://journal.uob.edu.bh/handle/123456789/4303>. Acesso em: 23 fev. 2024.

SILBERMAN, Mel. **Active Learning: 101 Strategies To Teach Any Subject**. Prentice-Hall, PO Box 11071, Des Moines, IA 50336-1071, 1996.

SILVA, Luciléa Santos Ayres; FIGUEIRÊDO, Arthane Menezes. Educação superior brasileira e reestruturação produtiva: reflexos nas DCN dos cursos de engenharia. **Práxis Educacional**, v. 15, n. 35, p. 426-443, 2019. DOI: [10.22481/praxisedu.v15i35.5690](https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/5690). Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/5690>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SILVA, T. O. da; DEMUNER, J. A.; ANDRADE FILHO, M. A. S. de; SILVA, T. P. A. da; GOMES, W. T.; BRUM, Y. K. **Tecnologias de ensino híbrido: integrando ferramentas digitais nas salas de aula**. Cuadernos de Educación y Desarrollo, [S. l.], v. 16, n. 7, p. e4862, 2024. DOI: [10.55905/cuadv16n7-095](https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/4862). Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/4862>. Acesso em: 9 jan. 2025.

SILVEIRA, M. A. **A Formação do Engenheiro Inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro: PUC-RJ; Sistema Maxwell, 2005. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7482/7482.PDF>. Acesso 03 abr. 2024.

SINGH, P. K.; KAUR, M. IoT and AI based emotion detection and face recognition system. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 8, n. 2, 2019. DOI: [10.35940/ijrte.B1077.0782S719](https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i2S7/B10770782S719.pdf). Disponível em: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i2S7/B10770782S719.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SILVERIO-FERNÁNDEZ, M.; RENUKAPPA, S.; SURESH, S. What is a smart device? - a conceptualisation within the paradigm of the internet of things. **Vis. in Eng.** 6, 3 (2018). DOI: [10.1186/s40327-018-0063-8](https://link.springer.com/article/10.1186/s40327-018-0063-8). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40327-018-0063-8>. Acesso em 28 mai. 2025.

SOOD, Sandeep K.; SINGH, Kiran Deep. Optical fog-assisted smart learning framework to enhance students' employability in engineering education. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 27, n. 5, p. 1030-1042, 2019. DOI: [10.1002/cae.22120](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.22120). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.22120>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SOUZA, Samir Cristino; DOURADO, Luís Gonzaga Pereira. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**. *Holos*, 31(5) 182-200, 2015. DOI: [10.15628/holos.2015.2880](https://doi.org/10.15628/holos.2015.2880). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2880>. Acesso em: 25 mar. 2024.

STRAPAZZON, Carlos Luiz. Convergência tecnológica nas políticas urbanas: pequenas e médias “cidades inteligentes”. *Revista Jurídica*, v. 22, n. 6, p. 89-108, 2009. DOI: [10.26668/revistajur.2316-753X.v22i6.104](https://doi.org/10.26668/revistajur.2316-753X.v22i6.104). Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/104>. Acesso em: 11 abr. 2024.

SUTJARITTHAM, Thanchanok *et al.* Realizing a smart university campus: Vision, architecture, and implementation. In: **2018 IEEE International conference on advanced networks and telecommunications systems (ANTS)**. IEEE, 2018. p. 1-6. DOI: [10.1109/ANTS.2018.8710084](https://doi.org/10.1109/ANTS.2018.8710084). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8710084>. Acesso em: 09 abr. 2024.

SWADI, Amel Farhan; AL-DALAIEN, Ahmad Abed Al-Hayy. The Effect of Smart University Characteristic on Entrepreneurial Orientation of Students: The Mediating Role of Knowledge Sharing. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, v. 19, p. 1170-1179, 2022. DOI: [10.37394/23207.2022.19.102](https://doi.org/10.37394/23207.2022.19.102). Disponível em: <https://wseas.com/journals/bae/2022/c065107-1716.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2024.

TAURION, Cezar. **Cloud computing-computação em nuvem**. Brasport, Ed. 1, 228 p. 2009.

TELLES, Fabio. Um olhar sobre as mudanças e os desafios para a implementação das Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019 nos cursos de engenharia. *Revista Thema*, v. 22, n. 2, p. 565-583, 2023. DOI: [10.15536/thema.V22.2023.565-583.2988](https://doi.org/10.15536/thema.V22.2023.565-583.2988). Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/2988>. Acesso em: 05 abr. 2024.

TIAN, Zhihong *et al.* A real-time correlation of host-level events in cyber range service for smart campus. *IEEE Access*, v. 6, p. 35355-35364, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2846590](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2846590). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8382167>. Acesso em: 01 nov. 2023.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, v. 1, 422 p. 2006.

TORRES-SOSPEDRA, Joaquín *et al.* Enhancing integrated indoor/outdoor mobility in a smart campus. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 29, n. 11, p. 1955-1968, 2015. DOI: [10.1080/13658816.2015.1049541](https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1049541). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13658816.2015.1049541>. Acesso em: 01 nov. 2023.

TOUTOUH, Jamal; ALBA, Enrique. A low cost IoT cyber-physical system for vehicle and pedestrian tracking in a smart campus. *Sensors*, v. 22, n. 17, p. 6585, 2022. DOI: [10.3390/s22176585](https://doi.org/10.3390/s22176585). Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/17/6585>. Acesso em 23 fev. 2024.

TSE, Rita *et al.* Modelling and visualizing people flow in smart buildings: A case study in a university campus. In: **Proceedings of the Conference on Information Technology for**

Social Good. 2021. p. 309-312. DOI: [10.1145/3462203.3475877](https://doi.org/10.1145/3462203.3475877). Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3462203.3475877>. Acesso em: 01 mar. 2023.

TURKANE, S. M. et al. IoT based attendance management system with high security. **International Journal of Scientific & Technology Research**, v. 8, n. 12, p. 2595-2599, 2019. Disponível em: <http://www.ijstr.org/final-print/dec2019/Iot-Based-Attendance-Management-System-With-High-Security.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

U4SSC. United for Smart Sustainable Cities initiative. **Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities**, 2017. Disponível em: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/U4SSCCollectionMethodologyforKPIfoSSC-2017.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

UI GREENMETRIC. **Guideline: UI GreenMetric World University Rankings 2020**, 2020. Disponível em: <http://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2020/english>. Acesso em: 16 mar. 2024.

VALKS, Bart *et al.* Towards smart campus management: Defining information requirements for decision making through dashboard design. **Buildings**, v. 11, n. 5, p. 201, 2021. DOI: [10.3390/buildings11050201](https://doi.org/10.3390/buildings11050201). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/5/201>. Acesso em: 23 nov. 2023.

VASILEVA, Roza *et al.* What smart campuses can teach us about smart cities: User experiences and open data. **Information**, v. 9, n. 10, p. 251, 2018. DOI: [10.3390/info9100251](https://doi.org/10.3390/info9100251). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2078-2489/9/10/251>. Acesso em: 02 mar. 2024.

VERSTAEVEL, Nicolas; BOES, Jérémy; GLEIZES, Marie-Pierre. From smart campus to smart cities issues of the smart revolution. In: **2017 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computed, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCCom/IOP/SCI)**. IEEE, 2017. p. 1-6. DOI: [10.1109/UIC-ATC.2017.8397400](https://doi.org/10.1109/UIC-ATC.2017.8397400). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8397400>. Acesso em 24 fev. 2024.

VILLEGAS-CH, William; PALACIOS-PACHECO, Xavier; LUJÁN-MORA, Sergio. Application of a smart city model to a traditional university campus with a big data architecture: A sustainable smart campus. **Sustainability**, v. 11, n. 10, p. 2857, 2019. DOI: [10.3390/su11102857](https://doi.org/10.3390/su11102857). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2857>. Acesso em: 20 fev. 2024.

VILLEGAS-CH, William; ARIAS-NAVARRETE, Adrián; PALACIOS-PACHECO, Xavier. Proposal of an Architecture for the Integration of a Chatbot with Artificial Intelligence in a Smart Campus for the Improvement of Learning. **Sustainability**, v. 12, n. 4, p. 1500, 2020. DOI: [10.3390/su12041500](https://doi.org/10.3390/su12041500). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/4/1500>. Acesso em: 20 fev. 2024.

VILLEGAS-CH, William; PALACIOS-PACHECO, Xavier; ROMÁN-Cañizares, Milton. Integration of IoT and Blockchain to in the Processes of a University Campus. **Sustainability**,

v. 12, n. 12, p. 4970, 2020. DOI: [10.3390/su12124970](https://doi.org/10.3390/su12124970). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/4970>. Acesso em: 23 fev. 2024.

WATANABE, F. Y. *et al.* As novas DCNs de Engenharia: Desafios, Oportunidades e Proposições. **In. Congresso de Ensino de Graduação**, São Carlos: UFSCAR, 2019.

WEBB, James; HUME, Dustin. Campus IoT collaboration and governance using the NIST cybersecurity framework. In: **Living in the Internet of Things: Cybersecurity of the IoT-2018**. IET, 2018. p. 1-7. DOI: [10.1049/cp.2018.0025](https://doi.org/10.1049/cp.2018.0025). Disponível em: <https://digital-library.theiet.org/content/conferences/10.1049/cp.2018.0025>. Acesso em: 23 fev. 2024.

WEF. World Economic Forum. The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. **Global Challenge Insight Report**, 2016. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.

WENDLING, Z. A. *et al.* **Environmental Performance Index 2020**. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law and Policy. DOI: [10.13140/RG.2.2.21182.51529](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21182.51529). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343263658_Environmental_Performance_Index_2020. Acesso em: 16 mar. 2024.

WENG, Yu; ZHANG, Ning; XIA, Chunlei. Multi-agent-based unsupervised detection of energy consumption anomalies on smart campus. **IEEE Access**, v. 7, p. 2169-2178, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2886583](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2886583). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8574884>. Acesso em: 16 mar. 2024.

WENGE, Rong *et al.* Smart city architecture: A technology guide for implementation and design challenges. **China Communications**, v. 11, n. 3, p. 56-69, 2014. DOI: [10.1109/CC.2014.6825259](https://doi.org/10.1109/CC.2014.6825259). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6825259>. Acesso em: 01 mar. 2024.

WU, Fan *et al.* Supporting poverty-stricken college students in smart campus. **Future Generation Computer Systems**, v. 111, p. 599-616, 2020. DOI: [10.1016/j.future.2019.09.017](https://doi.org/10.1016/j.future.2019.09.017). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X19300949?via%3Dihub>. Acesso em: 09 abr. 2024.

XIA, Zhihua *et al.* Secure image LBP feature extraction in cloud-based smart campus. **IEEE Access**, v. 6, p. 30392-30401, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2845456](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2845456). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8375960>. Acesso em: 01 mar. 2024.

XIA, Liping; GUO, Dun. University Network Education and School-Based Platform Based on Smart Campus Data Platform Architecture. **Security and Communication Networks**, v. 2022, 2022. DOI: [10.1155/2022/3436721](https://doi.org/10.1155/2022/3436721). Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/scn/2022/3436721/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

XU, Dazhi *et al.* A big data integration platform for ideological and political education for smart campuses. **Security and Communication Networks**, v. 2022, 2022. DOI:

[10.1155/2022/5973920](https://doi.org/10.1155/2022/5973920). Disponível em:
<https://www.hindawi.com/journals/scn/2022/5973920/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

XU, Xin *et al.* Research on key technologies of smart campus teaching platform based on 5G network. *IEEE Access*, v. 7, p. 20664-20675, 2019. DOI: [10.1109/ACCESS.2019.2894129](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2894129). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8620955>. Acesso em 23 fev. 2024.

XU, Xin; WANG, Yunsheng; YU, Shuijiang. Teaching performance evaluation in smart campus. *IEEE Access*, v. 6, p. 77754-77766, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2884022](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2884022). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8552406>. Acesso em 01 mar. 2024.

YANG, Ai-Min *et al.* Situational awareness system in the smart campus. *IEEE Access*, v. 6, p. 63976-63986, 2018. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2877428](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2877428). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8502111>. Acesso em 23 fev. 2024.

YASMIN, Rumana; MIKHAYLOV, Konstantin; POUTTU, Ari. LoRaWAN for smart campus: deployment and long-term operation analysis. *Sensors*, v. 20, n. 23, p. 6721, 2020. DOI: [10.3390/s20236721](https://doi.org/10.3390/s20236721). Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/23/6721>. Acesso em: 23 fev. 2024.

YAKOUBOVSKY, Rodion; SARIAN, Viliam. IoT in effective distance learning process. In: **2021 1st International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE)**. IEEE, 2021. p. 311-314. DOI: [10.1109/TELE52840.2021.9482488](https://doi.org/10.1109/TELE52840.2021.9482488). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9482488>. Acesso em: 25 mar. 2024.

YOON, K. S.; DUNCAN, T.; LEE, S. W.; SCARLOSS, B.; SHAPLEY, K. L. **Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement.** *Issues & Answers*, REL 2007-No. 033. Washington, DC: U. S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Regional Educational Laboratory Southwest, 2007. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED498548.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2025.

YU, Liu; ENZHENG, Wang. 5G network education and smart campus based on heterogeneous distributed platform and multi-scheduling optimization. *Soft Computing*, p. 1-12, 2023. DOI: [10.1007/s00500-023-08790-w](https://doi.org/10.1007/s00500-023-08790-w). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-023-08790-w#citeas>. Acesso em: 26 mar. 2024.

ZABALLOS, Agustín *et al.* A smart campus' digital twin for sustainable comfort monitoring. *Sustainability*, v. 12, n. 21, p. 9196, 2020. DOI: [10.3390/su12219196](https://doi.org/10.3390/su12219196). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/9196>. Acesso em 23 fev. 2024.

ZAVRATNIK, Veronika; KOS, Andrej; STOJMENOVA, Emilija. Smart villages: Comprehensive review of initiatives and practices. *Sustainability*, v. 10, n. 7, p. 2559, 2018. DOI: [10.3390/su10072559](https://doi.org/10.3390/su10072559). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2559>. Acesso em: 01 mar. 2024.

ZHANG, Jiwei. Spatio-Temporal Association Query Algorithm for Massive Video Surveillance Data in Smart Campus. *IEEE Access*, v. 6, p. 59871-59880, 2018. DOI:

[10.1109/ACCESS.2018.2873780](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2873780). Disponível em:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8481534>. Acesso em: 01 mar. 2024.

ZHANG, Yuchen *et al.* Smart campus: a user case study in Hong Kong. **IET Smart Cities**, v. 2, n. 3, p. 146-154, 2020. DOI: [10.1049/iet-smc.2020.0047](https://doi.org/10.1049/iet-smc.2020.0047). Disponível em:
<https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/iet-smc.2020.0047>. Acesso em: 01 mar. 2024.

ZHANG, Mingbao; LI, Xiang. Design of smart classroom system based on Internet of things technology and smart classroom. **Mobile Information Systems**, v. 2021, p. 1-9, 2021. DOI: [10.1155/2021/5438878](https://doi.org/10.1155/2021/5438878). Disponível em:
<https://www.hindawi.com/journals/misy/2021/5438878/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

ZHANG, Yongzhi *et al.* Challenges and Strategies of Student Management in Universities in the Context of Big Data. **Mobile Information Systems**, v. 2022, 2022a. DOI: [10.1155/2022/3537468](https://doi.org/10.1155/2022/3537468). Disponível em:
<https://www.hindawi.com/journals/misy/2022/3537468/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

ZHANG, Yuchen *et al.* A Systematic Review on Technologies and Applications in Smart Campus: A Human-Centered Case Study. **IEEE Access**, v. 10, p. 16134-16149, 2022b. DOI: [10.1109/ACCESS.2022.3148735](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3148735). Disponível em:
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9701932>. Acesso em 23 fev. 2024.

ZHENG, Wenbin *et al.* APP Design of Energy Monitoring in Smart Campus Based on Android System. **International Journal of Online & Biomedical Engineering**, v. 15, n. 5, 2019. DOI: [10.3991/ijoe.v15i05.8225](https://doi.org/10.3991/ijoe.v15i05.8225). Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/ijoe/article/view/8225>. Acesso em: 01 mar. 2024.

ZHOU, Lihua; TANG, Qiang. Construction of a six-pronged intelligent physical education classroom model in colleges and universities. **Scientific Programming**, v. 2022, 2022. DOI: [10.1155/2022/9003864](https://doi.org/10.1155/2022/9003864). Disponível em:
<https://www.hindawi.com/journals/sp/2022/9003864/>. Acesso em: 07 ago. 2023.

ZHU, Zhi-Ting; YU, Ming-Hua; RIEZEBOS, Peter. A research framework of smart education. **Smart learning environments**, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2016. DOI: [10.1186/s40561-016-0026-2](https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2). Disponível em: <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-016-0026-2>. Acesso em: 01 mar. 2024.

ANEXO I – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE *CAMPI* INTELIGENTES

Quadro 6 — Conjunto de indicadores propostos por Pompei *et al.* (2018)

#	Área	Dimensão	Indicador	Relação com as novas DCNs
1	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Número médio anual de alunos / número de salas de aula	Sem relação direta.
2	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Aluno equivalente (metro quadrado por aluno)	Sem relação direta.
3	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Número da sala de aula equipada (cadeiras, quadro negro, projetores).	Sem relação direta.
4	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Proporção do número do serviço sanitário / total de alunos	Sem relação direta.
5	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Presença no serviço de refeições	Sem relação direta.
6	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Capacidade de serviço de refeições entre as 12h30 e as 14h30.	Sem relação direta.
7	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Área de cobertura de rede sem fio (Wi-Fi) / área total do <i>campus</i>	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII, alínea a. Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
8	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Procedimentos que podem ser ativados na <i>internet</i> / total de procedimentos	Sem relação direta.
9	Vivência no <i>campus</i>	Serviços	Total de eventos de arte e cultura	Art. 3º, inciso V; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 10; Art. 13, parágrafo 2º.
10	Vivência no <i>campus</i>	Avaliação do contexto	Edifícios e vistas históricas e artísticas (indicadores de Inovação e Transparência dos Contratos Públicos e Compatibilidade Ambiental - ITACA)	Sem relação direta.
11	Vivência no <i>campus</i>	Estudantes	Média de alunos matriculados	Art. 15; Art. 17.
12	Vivência no <i>campus</i>	Estudantes	Média de alunos estrangeiros matriculados	Sem relação direta.
13	Vivência no <i>campus</i>	Estudantes	Proporção de bacharéis graduados / total de alunos	Art. 6º, inciso VIII; Art. 7º; Art. 13, parágrafos 1º, 2º, 3º.
14	Vivência no <i>campus</i>	Estudantes	Proporção de mestres graduados / total de alunos	Art. 6º, inciso VIII; Art. 7º; Art. 13, parágrafos 1º, 2º, 3º.
15	Vivência no <i>campus</i>	Estudantes	Número de graduados que declaram ter atividade laboral remunerada em 2015	Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 9º; Art. 11, parágrafo 2º.
16	Vivência no <i>campus</i>	Estudantes	Proporção de Bolsas Erasmus necessárias em 2013-2014 / total de bolsas em 2013-2014	Sem relação direta.

#	Área	Dimensão	Indicador	Relação com as novas DCNs
17	Vivência no <i>campus</i>	Estudantes	Proporção de estudantes do Programa de Ação Regional Europeia para a Mobilidade de Estudantes Universitários (Erasmus) em 2013-2014 / total de estudantes em 2013-2014	Sem relação direta.
18	Vivência no <i>campus</i>	Academia	Relação do número de alunos / número de professores	Art. 14.
19	Vivência no <i>campus</i>	Academia	Proporção do número de pesquisadores / total de professores	Art. 3º, inciso II; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º; Art. 14, parágrafo 1º.
20	Vivência no <i>campus</i>	Academia	Total de pesquisas financiadas pelo Programa de Projetos de Pesquisa de Interesse Nacional (PRIN) no triênio 2008-2009-2010 / média de docentes	Sem relação direta.
21	Ambiental	Resíduos	Proporção da produção de resíduos não recicláveis / usuários do <i>campus</i>	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
22	Ambiental	Resíduos	Consumo de papel por ano	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
23	Ambiental	Resíduos	Proporção da produção de resíduos recicláveis / usuários do <i>campus</i>	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
24	Ambiental	Água	Consumo diário de água	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
25	Ambiental	Água	Proporção de água de chuva reutilizada e efluentes/ água consumida	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
26	Ambiental	Qualidade do ar	Qualidade do ar interior	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
27	Ambiental	Qualidade do ar	Número de escritórios com área maior que 1/8 da área de escritórios	Sem relação direta.

#	Área	Dimensão	Indicador	Relação com as novas DCNs
28	Ambiental	Qualidade do ar	Número de salas de aula com área de janela maior que 1/8 da área da sala de aula	Sem relação direta.
29	Ambiental	Paisagismo	Áreas de vegetação / número de usuários	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
30	Ambiental	Paisagismo	Proporção de área verde equipada / área verde	Sem relação direta.
31	Ambiental	Paisagismo	Áreas de alimentação a menos de 1 quilômetro (km)	Sem relação direta.
32	Energética	Produção e distribuição	Energia renovável produzida	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
33	Energética	Produção e distribuição	Número de apagões	Sem relação direta.
34	Energética	Consumo	Presença de dispositivos inteligentes	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
35	Energética	Consumo	Proporção da demanda de energia / área útil com certificado energético (classe E)	Sem relação direta.
36	Energética	Consumo	Proporção de eletrodomésticos energeticamente eficientes / total de aparelhos	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
37	Energética	Consumo	Controle de número de máquinas em um ano	Sem relação direta.

Fonte: Adaptado de Pompei et al. (2018)

Quadro 7 — Conjunto de indicadores propostos por Alrashed (2020)

#	Áreas	Indicador	Unidade	Relação com as novas DCNs
1	Micro rede inteligente	Percentual de aumento de potência na geração através de fontes de energia renováveis	%	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
2	Micro rede inteligente	Redução anual no consumo de energia após integração de IoT em edifícios inteligentes	kW	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
3	Micro rede inteligente	Redução anual no consumo de energia por metro quadrado de edifícios do <i>campus</i> através de micro rede	%	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
4	Micro rede inteligente	Número de instalações de carregamento para veículos elétricos	Unidade	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5	Micro rede inteligente	Acesso a instalações de carregamento	Escala Likert	Sem relação direta.
6	Micro rede inteligente	Redução na energia final anual com sistema em circuito fechado	%	Sem relação direta.
7	Micro rede inteligente	Aumento na produção local de energia renovável no <i>campus</i>	%	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
8	Micro rede inteligente	Percentual de redução de emissões de gás carbônico (CO2)	%	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
9	Micro rede inteligente	Percentual do prédio com iluminação inteligente	%	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
10	Micro rede inteligente	Percentual da taxa de degradação da bateria	%	Sem relação direta.
11	Micro rede inteligente	Percentual de perdas de energia de armazenamento		Sem relação direta.
12	Micro rede inteligente	Percentual das ruas com iluminação inteligente	%	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
13	Micro rede inteligente	Toneladas de CO2 salvas	t	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.

#	Áreas	Indicador	Unidade	Relação com as novas DCNs
14	Edifícios inteligentes	Sistema de relógio centralizado disponível	Escala Likert	Sem relação direta.
15	Edifícios inteligentes	Percentual de conectividade de rede fornecida no <i>campus</i>	%	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII, alínea a. Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
16	Edifícios inteligentes	Percentual dos edifícios com Sistema de Informação Predial (BIS) e/ou Sistema de Gestão Predial (BMS)	%	Sem relação direta.
17	Edifícios inteligentes	Percentual de edifícios com extintores	%	Art. 3º, inciso V.
18	Edifícios inteligentes	Percentual em economia de custos de energia por ano. % (em relação ao ano anterior com o mesmo prédio)	%	Sem relação direta.
19	Edifícios inteligentes	Percentual dos edifícios com tela de anúncio	%	Sem relação direta.
20	Edifícios inteligentes	Percentual dos edifícios com câmeras de vigilância	%	Sem relação direta.
21	Edifícios inteligentes	Percentual das ruas cobertas com câmeras de vigilância	%	Sem relação direta.
22	Edifícios inteligentes	Aumento da educação ambiental/sustentabilidade	Escala Likert	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
23	Transporte inteligente	Melhor acesso a soluções de compartilhamento de veículos	Escala Likert	Sem relação direta.
24	Transporte inteligente	Proporção entre o número total de veículos com emissão zero e a população total do <i>campus</i>	Taxa	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
25	Transporte inteligente	Proporção entre a área de estacionamento inteligente e a área total de estacionamento do <i>campus</i>	Taxa	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
26	Governo inteligente	Envolvimento da administração municipal	Escala Likert	Sem relação direta.
27	Governo inteligente	Grau de impacto paisagístico	Escala Likert	Sem relação direta.
28	Governo inteligente	Desempenho do painel de informações unificado	Escala Likert	Sem relação direta.
29	Governo inteligente	Monitoramento e avaliação	Escala Likert	Sem relação direta.
30	Governo inteligente	Qualidade dos serviços inteligentes	Escala Likert	Sem relação direta.
31	Crescimento econômico	Período de retorno financeiro (<i>payback</i>)	Anos	Sem relação direta.
32	Crescimento econômico	Taxa interna de retorno (TIR)	%	Sem relação direta.
33	Crescimento econômico	Taxa de desemprego no <i>campus</i>	%	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Unidade	Relação com as novas DCNs
34	Modelo de propagação	Visitantes do <i>campus</i> inteligente	Unidade	Sem relação direta.
35	Modelo de propagação	Compatibilidade social dos projetos de <i>campus</i> inteligente	Escala Likert	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VI, alínea d; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 10.
36	Modelo de propagação	Compatibilidade técnica de <i>hardware/software</i> implantado	Escala Likert	Sem relação direta.
37	Modelo de propagação	Facilidade de uso para usuários finais dos serviços de <i>campus</i> inteligente	Escala Likert	Art. 3º, inciso III; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b.
38	Modelo de propagação	Demanda do mercado por projetos do <i>campus</i> inteligente	Escala Likert	Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 2º, 9º, 10; Art. 11, parágrafo 2º.
39	Gestão de poluição e resíduos	Redução da exposição à poluição sonora	%	Sem relação direta.
40	Gestão de poluição e resíduos	Redução da quantidade de resíduos sólidos coletados	%	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
41	Gestão de poluição e resíduos	Percentual de redução das emissões de gás carbônico (CO2) por ano para a mesma infraestrutura	%	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
42	Resiliência climática	Medidas de resiliência climática tomadas no <i>campus</i>	Escala Likert	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
43	Resiliência climática	Percentual de edifícios com sistemas de controle de temperatura instalados	%	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
44	Resiliência climática	Número de salas de reuniões/café/ <i>lobbies</i> inteligentes	Unidade	Sem relação direta.
45	Gestão de recursos hídricos	Redução no consumo de água	%	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
46	Gestão de recursos hídricos	Aumento do reuso de água	%	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
47	Sustentabilidade financeira	Geração de empregos locais	Unidade	Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 9º; Art. 11, parágrafo 2º.
48	Sustentabilidade financeira	Qualidade dos serviços	Escala Likert	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Unidade	Relação com as novas DCNs
49	Sustentabilidade financeira	Número de empregos criados pelo <i>campus</i> inteligente	Unidade	Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 9º; Art. 11, parágrafo 2º.
50	Liderança empreendedora	Estimulação de um ambiente inovador	Escala Likert	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 5º, inciso I; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.
51	Liderança empreendedora	Qualidade dos dados abertos gerados no <i>campus</i>	Escala Likert	Sem relação direta.
52	Liderança empreendedora	Novas <i>startups</i> da comunidade do <i>campus</i>	Unidade	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VI, alínea e; Art. 5º, incisos II, III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.
53	Liderança empreendedora	Número de patentes em um ano	Unidade	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 5º, inciso I; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.
54	Liderança empreendedora	Número de projetos que abordaram os problemas indígenas	Escala Likert	Art. 3º, inciso V; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 10; Art. 13, parágrafo 2º.
55	Ensino e aprendizagem	Proporção entre o financiamento da pesquisa no <i>campus</i> inteligente e o financiamento total da pesquisa	Taxa	Art. 3º, inciso II; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º.
56	Ensino e aprendizagem	Qualidade dos sistemas de gestão do ensino e da aprendizagem	Escala Likert	Art. 13, parágrafos, 1º, 2º, 3º; Art. 14, parágrafo 2º; Art. 15; Art. 17.
57	Ensino e aprendizagem	Percentual de cursos em que a frequência do aluno é registrada através de cartões inteligentes ou usando tecnologia de reconhecimento facial	%	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
58	Ensino e aprendizagem	Avaliação das partes interessadas das ferramentas de aprendizagem disponíveis no <i>campus</i>	Escala Likert	Art. 13, parágrafos, 1º, 2º, 3º; Art. 14, parágrafo 2º; Art. 15; Art. 17.
59	Ensino e aprendizagem	Avaliação das partes interessadas dos serviços relacionados ao ensino	Escala Likert	Art. 13, parágrafos, 1º, 2º, 3º; Art. 14, parágrafo 2º; Art. 15; Art. 17.
60	Mecanismos de segurança e privacidade	Redução de acidentes de trânsito	%	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Unidade	Relação com as novas DCNs
61	Mecanismos de segurança e privacidade	Percentual de fechaduras inteligentes/control de acesso em salas de aula/laboratórios/escritórios	%	Sem relação direta.
62	Mecanismos de segurança e privacidade	Cibersegurança no <i>campus</i>	Escala Likert	Sem relação direta.
63	Mecanismos de segurança e privacidade	Privacidade de dados dos usuários	Escala Likert	Sem relação direta.
64	Mecanismos de segurança e privacidade	Percentual de edifícios que permitem contagem de objetos (dentro e fora).	%	Sem relação direta.
65	Mecanismos de segurança e privacidade	Percentual de edifícios com alarme de incêndio e sirene centralizados	%	Art. 3º, inciso V.
66	Mecanismos de segurança e privacidade	Percentual de espaço aberto com câmeras de vigilância	%	Sem relação direta.
67	Prestação de cuidados de saúde	Melhoria do acesso aos serviços básicos de saúde	Escala Likert	Sem relação direta.
68	Prestação de cuidados de saúde	Estímulo a um estilo de vida saudável	Escala Likert	Art. 3º, inciso V.
69	Prestação de cuidados de saúde	Avaliação dos serviços de saúde pelas partes interessadas	Escala Likert	Sem relação direta.
70	Participação pública	Envolvimento da comunidade local na fase de planejamento	Escala Likert	Sem relação direta.
71	Participação pública	Aumento da educação ambiental e/ou sustentabilidade	Escala Likert	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
72	Participação pública	Número de serviços inteligentes para a comunidade	Unidade	Sem relação direta.
73	Participação pública	Envolvimento da comunidade local na fase de implementação	Escala Likert	Sem relação direta.
74	Participação pública	Classificação das partes interessadas dos serviços de <i>campus</i> inteligente e proteção de dados	Escala Likert	Sem relação direta.

Fonte: Adaptado de Alrashed (2020)

Quadro 8 — Conjunto de indicadores propostos por Francisco (2021)

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
1	Infraestrutura e paisagem	Razão entre a área de espaço aberto e a área total	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
2	Infraestrutura e paisagem	Área total de espaço aberto dividida pela população total do <i>campus</i>	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
3	Infraestrutura e paisagem	Área total do <i>campus</i> coberta por vegetação florestal	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
4	Infraestrutura e paisagem	Área total do <i>campus</i> coberta com plantações	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37123	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
5	Infraestrutura e paisagem	Área total do <i>campus</i> para absorção de água além da floresta e plantada	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37123	Sem relação direta.
6	Infraestrutura e paisagem	Porcentagem do orçamento da universidade para esforços de sustentabilidade dentro de um ano	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
7	Infraestrutura e paisagem	Percentual de pontos de iluminação externos gerenciados por um sistema de gerenciamento remoto	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020) ISO 37122	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
8	Infraestrutura e paisagem	Porcentagem de conectividade de rede fornecida no <i>campus</i>	Alrashed (2020) ISO 37122	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII, alínea a. Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
9	Infraestrutura e paisagem	Percentual de salas e ambientes que utilizam sistemas integrados de TIC para automatizar sua gestão e criar um ambiente flexível, eficaz, confortável e seguro.	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020)	Sem relação direta.
10	Infraestrutura e paisagem	Desempenho do painel unificado	Alrashed (2020)	Sem relação direta.
11	Energias e mudanças climáticas	Uso de aparelhos energeticamente eficientes	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
12	Energias e mudanças climáticas	Número de fontes de energia renovável no <i>campus</i>	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
13	Energias e mudanças climáticas	Redução da exposição à poluição sonora	Alrashed (2020) ISO 37122	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
14	Energias e mudanças climáticas	Uso total de eletricidade dividido pela população total do <i>campus</i> (kWh por pessoa)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37120	Sem relação direta.
15	Energias e mudanças climáticas	A proporção da produção de energia renovável dividida pelo uso total de energia por ano	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37120	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
16	Energias e mudanças climáticas	Explorando o uso da luz natural	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
17	Energias e mudanças climáticas	Explorando o uso da ventilação natural	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
18	Energias e mudanças climáticas	Elementos da implementação de edifícios verdes refletidos em todas as políticas de construção e renovação	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37120	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
19	Energias e mudanças climáticas	Programa de redução de emissões de gases de efeito estufa	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37120	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
20	Energias e mudanças climáticas	Pegada de carbono total dividida pela população total do <i>campus</i> (toneladas métricas por pessoa)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
21	Energias e mudanças climáticas	Implementação de edifícios inteligentes	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
22	Energias e mudanças climáticas	Percentual de ambientes com iluminação inteligente	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020) ISO 37122	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
23	Energias e mudanças climáticas	Porcentagem de prédios do <i>campus</i> com medidores de energia inteligentes	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020) ISO 37122	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
24	Energias e mudanças climáticas	Monitoramento de precipitação	ISO 37123	Sem relação direta.
25	Energias e mudanças climáticas	Percentual de ambientes com sistemas de controle de temperatura instalados	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
26	Resíduos	Programa de reciclagem de lixo da universidade	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
27	Resíduos	Programa para reduzir o uso de papel e plástico no <i>campus</i>	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
28	Resíduos	Tratamento de resíduos orgânicos	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
29	Resíduos	Total anual de resíduos alimentares recolhidos enviados para instalações de processamento para compostagem <i>per capita</i> (em toneladas)	ISO 37122	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
30	Resíduos	Tratamento de resíduos inorgânicos	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
31	Resíduos	Tratamento de resíduos tóxicos	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37120	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
32	Resíduos	Descarte de esgoto (escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
33	Água	Programa e implementações de conservação de água (escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
34	Água	Implementação do programa de reciclagem de água (Escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
35	Água	Uso de aparelhos com eficiência de água	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
36	Água	Consumo de água tratada	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
37	Água	Porcentagem de edifícios com contadores de água inteligentes (recomendado: interface BMS)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) U4SSC (2017) ISO 37122	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
38	Água	Percentual da rede de distribuição de água monitorada por TIC	U4SSC (2017) ISO 37122	Sem relação direta.
39	Água	Percentual da rede de drenagem de água monitorada por TIC	U4SSC (2017)	Sem relação direta.
40	Transporte	O número total de veículos (carros e motocicletas) dividido pela população total do <i>campus</i>	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37120	Sem relação direta.
41	Transporte	Serviços de transporte (escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
42	Transporte	Política de <i>Zero Emission Vehicles</i> (ZEV) ou Veículos de Emissão Zero no <i>campus</i> (Escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
43	Transporte	O número total de Veículos de Emissão Zero (ZEV) dividido pela população total do <i>campus</i>	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) ISO 37122	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
44	Transporte	Relação da área de estacionamento no solo para a área total do <i>campus</i>	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
45	Transporte	Programa para limitar ou diminuir a área de estacionamento no <i>campus</i> nos últimos 3 anos (Escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
46	Transporte	Número de iniciativas para diminuir os veículos particulares no <i>campus</i>	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
47	Transporte	Caminho para pedestres no <i>campus</i> (Escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Sem relação direta.
48	Transporte	Porcentagem da área de estacionamento inteligente em relação à área total de estacionamento do <i>campus</i>	Alrashed (2020) ISO 37122	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
49	Transporte	Número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado	ISO 37122	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
50	Educação	A proporção de cursos de sustentabilidade para o total de cursos/disciplinas	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
51	Educação	A proporção de financiamento de pesquisa em sustentabilidade para financiamento total de pesquisa	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º.

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
52	Educação	Número de publicações acadêmicas sobre sustentabilidade	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º
53	Educação	Número de eventos relacionados à sustentabilidade	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6ª, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 2º, 4º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º.
54	Educação	Número de organizações estudantis relacionadas à sustentabilidade	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 8º.
55	Educação	Site de sustentabilidade administrado pela universidade (Escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
56	Educação	Relatório de sustentabilidade (Escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
57	Educação	Avaliação das partes interessadas das ferramentas de aprendizagem disponíveis no <i>campus</i> (escala Likert)	Alrashed (2020)	Art. 13, parágrafos, 1º, 2º, 3º; Art. 14, parágrafo 2º; Art. 15; Art. 17.
58	Educação	Avaliação das partes interessadas dos serviços relacionados ao ensino (Escala Likert)	Alrashed (2020)	Art. 13, parágrafos, 1º, 2º, 3º; Art. 14, parágrafo 2º; Art. 15; Art. 17.
59	Educação	Percentual de cursos em que a frequência do aluno é registrada através de cartões inteligentes ou usando tecnologia de reconhecimento facial	Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
60	Educação	Percentual da população do <i>campus</i> com proficiência em mais de um idioma	ISO 37122	Art. 4º, inciso V, alínea a.
61	Segurança	Porcentagem de espaço aberto com câmeras de vigilância	<i>GreenMetric Ranking</i> (2021) Alrashed (2020) ISO 37122	Sem relação direta.
62	Segurança	Percentual de ruas com câmeras de vigilância	<i>GreenMetric Ranking</i> (2021) Alrashed (2020)	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
63	Segurança	Percentual de prédios com câmeras de vigilância	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020)	Sem relação direta.
64	Segurança	Percentual de edifícios que permitem contagem de objetos (dentro e fora).	Alrashed (2020)	Sem relação direta.
65	Segurança	Porcentagem de edifícios com alarme de incêndio e sirene centralizados	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020) ISO 37123	Art. 3º, inciso V.
66	Segurança	Percentual de construção com sistemas automáticos de combate a incêndio	<i>GreenMetric Ranking</i> (2020) Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso V.
67	Segurança	Percentual dos edifícios com tela de anúncio	Alrashed (2020)	Sem relação direta.
68	Segurança	Percentual de fechaduras inteligentes/controle de acesso em salas de aula/laboratórios/escritórios	Alrashed (2020)	Sem relação direta.
69	Segurança	Cibersegurança no <i>campus</i> (escala Likert)	Alrashed (2020)	Sem relação direta.
70	Segurança	Privacidade de dados dos usuários (escala Likert)	Alrashed (2020)	Sem relação direta.
71	Segurança	Porcentagem da área do <i>campus</i> coberta por mapas de perigo disponíveis publicamente	ISO 37123	Art. 3º, inciso V.
72	Segurança	Porcentagem de dados eletrônicos do <i>campus</i> com <i>backup</i> em armazenamento remoto seguro	ISO 37123	Sem relação direta.
73	Social e cultural	Porcentagem de evasão	Próprio	Art. 7º, incisos I, II, III.
74	Social e cultural	Número de programas de incentivo para combater a evasão	Próprio	Art. 7º, incisos I, II, III.
75	Social e cultural	Estímulo a um estilo de vida saudável	Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso V.
76	Social e cultural	Monitoramento de saúde (escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2021); U4SSC (2017)	Art. 3º, inciso V.
77	Social e cultural	Estímulo para um ambiente inovador (escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2021); Alrashed (2020)	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso IV, alínea d; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 5º, inciso I; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.
78	Social e cultural	Porcentagem de alunos com acesso às TICs	U4SSC (2017); ISO 37120	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
79	Social e cultural	Infraestrutura cultural, como a presença de espaços nos quais podem ocorrer eventos culturais, biblioteca etc. (escala Likert).	U4SSC (2017); ISO 37120	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
80	Social e cultural	Estímulo à diversidade (escala Likert)	Próprio	Art. 3º, inciso V; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 10; Art. 13, parágrafo 2º.
81	Social e cultural	Gastos com cultura (escala Likert)	<i>GreenMetric Ranking</i> (2021); U4SSC (2017); ISO 37120	Art. 3º, inciso V; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 10; Art. 13, parágrafo 2º.
82	Social e cultural	Número de livros disponíveis nas bibliotecas, incluindo <i>ebooks</i> por 100 atores do <i>campus</i>	ISO 37122	Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alíneas a, b; Art. 5º, inciso III; Art. 6º, incisos III, VIII; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 6º, 12.
83	Social e cultural	Número anual de eventos culturais (por exemplo, exposições, festivais, concertos)	ISO 37120	Art. 3º, inciso V; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 10; Art. 13, parágrafo 2º.
84	Social e cultural	Porcentagem de serviços acadêmicos acessíveis que podem ser encomendados <i>online</i>	ISO 37122	Sem relação direta.
85	Social e cultural	Preferência por serviços locais (escala Likert)	Próprio	Sem relação direta.
86	Social e cultural	Percentual da população local impactada por projetos de extensão	<i>GreenMetric Ranking</i> (2021)	Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 12; Art. 8º, parágrafos 1º, 3º; Art. 13, parágrafo 2º.
87	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos	Percentual de áreas naturais dentro do <i>campus</i> submetidas à avaliação ecológica de seus serviços de proteção	ISO 37123; EPI (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
88	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos	Gastos anuais dedicados à restauração de ecossistemas no território do <i>campus</i> como porcentagem do orçamento total da cidade	ISO 37123; EPI (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
89	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos	Território passando por restauração do ecossistema como uma porcentagem da área total do <i>campus</i>	ISO 37123	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.

#	Áreas	Indicador	Fonte	Relação com as novas DCNs
90	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos	Programa de levantamento de espécies	EPI (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
91	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos	Programa de conservação de espécies	<i>GreenMetric Ranking</i> (2021); EPI (2020)	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.

Fonte: Adaptado de Francisco (2021)

Quadro 10 — Conjunto de indicadores disponíveis no DIISC (GU Rankings, 2023)

Critério	Principais Métricas	Peso	Relação com as novas DCNs
1	Perfil Institucional Estendido		
1.1	Quantas Faculdades (conforme definido nos Estatutos/Portaria da IES) estão atualmente em funcionamento e oferecendo programas de Graduação e Pós-graduação?	-	Sem relação direta.
1.2	Qual é o custo unitário por educação (ou seja, a despesa total dividida por todos os alunos) considerando Graduação/Pós-graduação/Ph.D. apenas programas acadêmicos, para a Instituição no Ano Letivo 2022-23?	-	Sem relação direta.
1.3	Qual é a área total construída (totalmente funcional) em metros quadrados (não usar centímetros quadrados ou pés quadrados) para assuntos acadêmicos e administrativos, no <i>campus</i> ?	-	Sem relação direta.
1.4	Qual é o número total de cursos acadêmicos básicos (curso de crédito) oferecidos pela Instituição no Ano Letivo 2022-23?	-	Sem relação direta.
1.5	Qual é o número total de Cursos de Valor Acrescentado/Co-curriculares/Avanço de Competências (Não Incluídos no número de cursos acima mencionado) oferecidos pela Instituição no Ano Letivo 2022-23?	-	Sem relação direta.
1.6	Qual é o número total de alunos inscritos (somente programas regulares de tempo integral Graduação e Pós-graduação) para o ano acadêmico de 2022-23?	-	Sem relação direta.
1.7	Qual é o número total da folha de pagamento do corpo docente sobre as despesas institucionais para o ano letivo de 2022-23?	-	Sem relação direta.
1.8	Qual é a receita total gerada pela oferta de programas de certificação de curta duração, FDP, MDP ou serviços de consultoria pela Instituição no Ano Letivo 2022-23?	-	Sem relação direta.
2	Integração de aprendizagem online e presencial	50	Relação com as novas DCNs
2.1	Quantos cursos oferecidos pela IES utilizam uma abordagem de aprendizagem combinada, ou seja, combinando componentes <i>online</i> e presenciais?	10	Sem relação direta.
2.2	Quantos membros do corpo docente (instrutores do curso) incorporam/integram aulas presenciais com elementos <i>online</i> adicionais, como palestras pré-gravadas ou recursos suplementares, para melhorar a compreensão dos alunos sobre o assunto?	10	Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 6º; Art. 14, parágrafo 1º.
2.3	Qual o peso percentual das notas totais por curso, dos trabalhos dos alunos, incluindo tarefas e avaliações, requer colaboração entre participantes <i>online</i> e presenciais?	5	Art. 4º, inciso VI, alínea a.
2.4	Quantas atividades presenciais, como laboratórios práticos, <i>workshops</i> ou visitas de campo, são normalmente integradas em cursos <i>online</i> para proporcionar experiências práticas?	5	Art. 4º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 2º, 8º; Art. 8º, parágrafo 1º; Art. 9º, parágrafo 3º; Art. 11; Art. 13, parágrafos 2º, 3º.
2.5	Quantos cursos <i>online</i> (incluindo Valor Agregado/Co-Currículo/Avanço de Habilidades) oferecem sessões síncronas que permitem que alunos <i>online</i> e presenciais interajam e participem juntos?	5	Sem relação direta.

2.6	Que percentagem de estudantes acredita que a integração da aprendizagem <i>online</i> e presencial melhora positivamente a sua experiência educacional geral?	10	Sem relação direta.
2.7	Com que frequência a IES avalia e ajusta as suas estratégias para integrar a aprendizagem <i>online</i> e presencial para garantir que estão alinhadas com os objetivos educacionais e as necessidades dos alunos? Semestralmente Anualmente A cada 3 anos Raro/Aleatório - como e quando necessário	5	Art. 6º, inciso VIII; Art. 14, parágrafo 2º. Art. 15.
3	Flexibilidade dos modos de aprendizagem	50	Relação com as novas DCNs
3.1	Quantos cursos (incluindo Valor Agregado/Co-curricular/Avanço de Habilidades) oferecidos pela IES oferecem opções para os alunos escolherem entre formatos de aprendizagem somente <i>online</i> , presenciais ou combinados?	5	Sem relação direta.
3.2	Quantos cursos ou módulos são projetados especificamente para permitir que os alunos progridam no material em seu próprio ritmo e conveniência?	10	Sem relação direta.
3.3	Com que frequência a IES oferece opções alternativas de agendamento, como aulas noturnas, sessões de fim de semana ou aprendizado individualizado, para acomodar as diversas necessidades dos alunos? Muito Frequentemente [Todas as semanas] Frequentemente [Mensalmente] Ocasionalmente [Opcional, uma vez por semestre] Raramente [Com base em cada docente/instrutor do curso]	10	Sem relação direta.
3.4	Qual a percentagem de estudantes que relataram estar satisfeitos com a variedade de modos de aprendizagem e opções de horários oferecidos pela IES em pesquisas internas recentes?	10	Sem relação direta.
3.5	Quantos cursos oferecem uma política de frequência flexível, permitindo que os alunos alternem entre assistir presencialmente e participar on-line com base em suas preferências ou circunstâncias?	5	Sem relação direta.
3.6	Quantos cursos oferecem aos alunos a oportunidade de alternar entre diferentes modos de aprendizagem com base no seu progresso ou desempenho?	5	Sem relação direta.
3.7	Com que frequência a IES analisa e ajusta as suas ofertas de cursos para garantir um equilíbrio entre os modos de aprendizagem online, presencial e misto? Semestralmente Anualmente A cada 3 anos Raro/Aleatório - como e quando necessário	5	Sem relação direta.
4	Oportunidades de interação presencial	50	Relação com as novas DCNs
4.1	Quantos fóruns de discussão, grupos de estudo virtuais ou plataformas colaborativas estão normalmente disponíveis para os alunos interagirem com seus colegas em um curso de graduação (por exemplo)?	5	Art. 3º, inciso I; Art. 4º, inciso VI; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, b, c; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos, 3º, 8º, 10.
4.2	Qual porcentagem do conteúdo de um curso de graduação (por exemplo) é apresentada por meio de elementos multimídia interativos, como vídeos, simulações ou animações?	10	Sem relação direta.

4.3	Quantas oportunidades de interação em tempo real, como sessões de perguntas e respostas ao vivo ou horário comercial virtual, são fornecidas aos alunos pelos professores/instrutores do curso em um curso médio?	5	Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 8º.
4.4	Que percentagem de trabalhos ou projetos de cursos requerem colaboração entre os alunos, seja pessoalmente ou através de plataformas <i>online</i> ?	5	Art. 3º, inciso I; Art. 4º, inciso VI; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, b, c; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos, 3º, 8º, 10; Art. 12, parágrafo único.
4.5	Quantos casos de palestrantes convidados, profissionais do setor industrial ou especialistas que se envolvem com os alunos por meio de <i>webinars online</i> ou eventos presenciais são normalmente integrados aos cursos?	10	Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 9º, 10.
4.6	Quantos casos de projetos colaborativos, discussões ou apresentações são exigidos dos alunos dentro de um semestre típico?	5	Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 2º, 8º, 9º, 10. Art. 13, parágrafos 2º, 3º.
4.7	Com que frequência os cursos incluem discussões em grupo, debates ou avaliações entre pares para promover a interação e a aprendizagem entre alunos? Muito frequentemente Frequentemente Ocasionalmente Raramente	10	Art. 3º, inciso I; Art. 4º, inciso VI; Art. 4º, inciso VI, alíneas a, b, c; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 3º, 8º, 10; Art. 12, parágrafo único.
5	Suporte para diversos estilos de aprendizagem	40	Relação com as novas DCNs
5.1	Quantos formatos diferentes de materiais do curso, como texto, vídeos, módulos interativos e <i>podcasts</i> são normalmente fornecidos para acomodar diversas preferências de aprendizagem?	10	Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 6º; Art. 14, parágrafo 1º.
5.2	Que porcentagem dos principais cursos de crédito oferecem vários métodos de avaliação, como ensaios, questionários, projetos e apresentações, para avaliar a compreensão e as habilidades dos alunos?	5	Art. 13, parágrafos 1º, 2º, 3º.
5.3	Qual a porcentagem de cursos que oferecem opções para que os alunos se envolvam com o material por meio de atividades interativas, simulações, estudos de caso ou exercícios práticos?	5	Art. 4º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 6º, inciso III; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 2º, 6º, 8º; Art. 8º, parágrafo 1º; Art. 9º, parágrafo 3º; Art. 11; Art. 13, parágrafo 2º; Art. 14, parágrafo 1º.
5.4	Com que frequência os professores/instrutores do curso incorporam estratégias de ensino diferenciadas para abordar vários estilos de aprendizagem, como visual, auditivo e cinestésico, nas aulas <i>online</i> e presenciais? Muito frequentemente Frequentemente Ocasionalmente Raramente	5	Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 6º; Art. 14, parágrafo 1º.

5.5	Quais modelos de currículos acadêmicos são seguidos em toda a IES, (a) Sistema de Crédito Baseado em Escolha (b) Eletivas (c) Sistema de Crédito Totalmente Flexível CBCS (Sistema de Crédito Baseado em Escolha) Eletivas Abertas FFCS (Sistema de Crédito Totalmente Flexível) CBCS e Eletivas Abertas CBCS e FFCS	5	Sem relação direta.
5.6	Qual a porcentagem de alunos que acredita (ou respondeu satisfatoriamente) que os cursos das IES respondem efetivamente às suas preferências e necessidades individuais de aprendizagem?	10	Sem relação direta.
6	Métodos de Avaliação	50	Relação com as novas DCNs
6.1	Quantos tipos diferentes de avaliações, como exames, redações, projetos, apresentações e trabalhos em grupo, são normalmente usados dentro de um curso de graduação comum?	10	Art. 13, parágrafos 2º, 3º.
6.2	Que porcentagem de avaliações incorpora cenários do mundo real ou aplicações práticas para avaliar a capacidade dos alunos para aplicar conceitos teóricos?	5	Art. 13, parágrafos 2º, 3º.
6.3	Que porcentagem de avaliações enfatiza o pensamento crítico, a resolução de problemas e a análise em vez da simples lembrança de informações?	5	Art. 13, parágrafos 2º, 3º.
6.4	Quantos casos de avaliações de livros abertos ou de recursos abertos são normalmente usados dentro de um curso de graduação comum para incentivar o aprofundamento compreensão e aplicação do conhecimento?	10	Sem relação direta.
6.5	Que porcentagem de avaliações fornece rubricas ou critérios claros de avaliação para garantir a transparência e a coerência na classificação?	10	Sem relação direta.
6.6	Quantos exemplos de avaliações alternativas, como apresentações, portfólios ou projetos do mundo real, são oferecidos como alternativas aos exames tradicionais dentro de um curso médio?	10	Art. 13, parágrafos 2º, 3º.
7	Infraestrutura e uso de TI (TIC)	100	Relação com as novas DCNs
7.1	Do total de sistemas de computador (<i>Desktop + Laptop</i>) adquiridos, quantos deles são atualizados com uma Licença Ativa de <i>software</i> antivírus, em 30 de agosto de 2023:	5	Sem relação direta.
7.2	Como medida de segurança: as contas dos usuários serão bloqueadas após um número definido de tentativas de login inválidas? Sim Não	2	Sem relação direta.
7.3	Como medida de controle de segurança da conta do usuário: As contas inativas são removidas após a desativação: Sim Não	2	Sem relação direta.
7.4	No caso de redes de funcionários remotos, residenciais ou fora do escritório, como verificar os requisitos mínimos de segurança:	3	Sem relação direta.
7.5	Explique o funcionamento do sistema e o mecanismo de resposta imediata do "Alerta de acesso não autorizado ao sistema": Explique "Como os alertas são monitorados 24 horas por dia, 7 dias por semana" em menos de 100 palavras:	5	Sem relação direta.
7.6	Explique "Como os alertas são monitorados 24 horas por dia, 7 dias por semana" em menos de 100 palavras: *	5	Sem relação direta.

7.7	No caso de requisitos de terceiros ou funcionários contratuais, as verificações de antecedentes são obrigatórias para acesso ao sistema: Sim Não	3	Sem relação direta.
7.8	Para recuperação de desastres e resposta a incidentes: O plano de emergência da IES está documentado, atualizado regularmente e divulgado a todas as partes interessadas e parceiros envolvidos: Sim Não	5	Sem relação direta.
7.9	Para recuperação de desastres e resposta a incidentes: A cadeia de comando de emergência está clara e as funções de emergência estão bem definidas: Sim Não	2	Sem relação direta.
7.10	Todos os dispositivos são "redefinidos para a configuração original" antes de mudar de usuário ou serem descartados/jogados fora/vendidos/doados: Sim Não	2	Sem relação direta.
7.11	Todos os documentos físicos confidenciais são destruídos quando não são mais necessários: Sim Não	2	Sem relação direta.
7.12	O backup de todos os dados críticos é feito diariamente: Sim Não	2	Sem relação direta.
7.13	Qual a frequência para verificar e validar os <i>backups</i> : Diariamente Quinzenalmente Mensalmente Trimestralmente Semestralmente Anualmente	5	Sem relação direta.
7.14	Todos os dados e arquivos críticos têm <i>backup</i> em pelo menos 2 locais separados: Sim Não	2	Sem relação direta.
7.15	Todos os <i>logs</i> de TI estão protegidos de forma a proibir adulterações: Sim Não	3	Sem relação direta.
7.16	Todos os registros de TI são retidos por pelo menos 6 meses: Sim Não	3	Sem relação direta.
7.17	Quando ocorrem acidentes e incidentes, o impacto nos negócios é avaliado e documentado, para cada incidente: Sim Não	5	Art. 3º, inciso V.
7.18	Número total de sistemas de computador <i>desktop</i> adquiridos nos últimos 5 anos:	2	Sem relação direta.
7.19	Número total de sistemas de laptop adquiridos nos últimos 5 anos:	2	Sem relação direta.
7.20	Para monitoramento de desempenho de interrupções, qual a frequência das interrupções (planejadas e não planejadas):	3	Sem relação direta.
7.21	Para Interrupções, qual é o tempo total de inatividade do sistema (tempo de inatividade por serviço):	3	Sem relação direta.
7.22	Em uma sala de aula ou laboratório típico, qual é o	5	Sem relação direta.

	desempenho da rede - Velocidade de <i>upload</i>		
7.23	Em uma sala de aula ou laboratório típico, qual é o desempenho da rede - Velocidade de <i>download</i> :	5	Sem relação direta.
7.24	Qual é a latência da rede:	2	Sem relação direta.
7.25	Qual é o gasto total anual em Rúpias Indianas (abril de 2022 a março de 2023) com infraestrutura e hardware de TI:	5	Sem relação direta.
7.26	Qual é a despesa anual total em Rúpias Indianas (abril de 2022 a março de 2023) para software e aplicativos de TI:	5	Sem relação direta.
7.27	Qual é a despesa de TI por funcionário (Custo por usuário):	10	Sem relação direta.
7.28	Os testes de infraestrutura digital são abrangentes e suficientemente rigorosos: Sim Não	2	Sem relação direta.
8	Distinção institucional	60	Relação com as novas DCNs
8.1	Mencione uma prática recomendada para tornar a IES um <i>campus</i> inteligente habilitado para tecnologia.	25	Sem relação direta.
8.2	Mencione os 5 itens prioritários da agenda de trabalho, que estão em andamento agora e serão concluídos antes de dezembro de 2024, para fortalecer o <i>hardware</i> e as aplicações em TI (TIC), para tornar o <i>campus</i> digitalmente robusto para os modos <i>online</i> , <i>offline</i> e híbrido de educação.	15	Sem relação direta.
8.3	Qual é a abordagem da Instituição à inovação e adaptabilidade em resposta à evolução das necessidades e tendências educativas, e como é que esta abordagem a destaca no panorama do ensino superior? Explique com um exemplo de distinção institucional nesta área.	20	Sem relação direta.

Fonte: Adaptado de GU Ranking (2023)

Quadro 26 — Conjunto de indicadores propostos pela NBR ISO 37122:2019

#	Áreas	Indicador	Relação com as novas DCNs
1	Economia	Porcentagem dos contratos de prestação de serviços municipais que disponham de política de dados abertos.	Sem relação direta.
2	Economia	Taxa de sobrevivência de novos negócios por 100.000 habitantes.	Sem relação direta.
3	Economia	Porcentagem da força de trabalho empregada em ocupações no setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC).	Sem relação direta.
4	Economia	Porcentagem da força de trabalho empregada em ocupações nos setores de educação, pesquisa e desenvolvimento.	Sem relação direta.
5	Educação	Porcentagem da população da cidade com proficiência profissional em mais de um idioma.	Art. 4º, inciso V, alínea a.
6	Educação	Número de computadores, laptops, tablets ou outros dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por 1.000 estudantes.	Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a.
7	Educação	Número de graduados em ensino superior nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) por 100.000 habitantes.	Art. 6º, inciso VIII; Art. 7º; Art. 13, parágrafos 1º, 2º, 3º.
8	Energia	Porcentagem de energia elétrica e térmica produzida a partir do tratamento de águas residuais, resíduos sólidos e outros processos de tratamento de resíduos líquidos e outros recursos de calor residual, como uma parcela do mix total de energia da cidade para um determinado ano.	Sem relação direta.
9	Energia	Energia elétrica e térmica (GJ) produzida a partir do tratamento de águas residuais <i>per capita</i> por ano.	Sem relação direta.
10	Energia	Energia elétrica e térmica (GJ) produzida a partir de resíduos sólidos ou outros processos de tratamento de resíduos líquidos <i>per capita</i> por ano.	Sem relação direta.
11	Energia	Porcentagem da energia elétrica consumida na cidade produzida por meio de sistemas descentralizados de geração energética.	Sem relação direta.
12	Energia	Capacidade de armazenamento da rede de energia, relativamente ao consumo total de energia da cidade.	Sem relação direta.
13	Energia	Porcentagem dos pontos de iluminação pública gerenciados por sistema de tele gestão.	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
14	Energia	Porcentagem dos pontos de iluminação pública que tenham sido remodelados e recém-instalados.	Sem relação direta.
15	Energia	Porcentagem de edifícios públicos que necessitam de renovação/remodelagem.	Sem relação direta.
16	Energia	Porcentagem de edifícios na cidade com medidores inteligentes de energia.	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

#	Áreas	Indicador	Relação com as novas DCNs
17	Energia	Número de estações de carregamento de veículos elétricos por veículo elétrico registrado.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
18	Meio ambiente e mudanças climáticas	Porcentagem de edifícios construídos ou reformados, nos últimos cinco anos, em conformidade com os princípios da construção verde.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
19	Meio ambiente e mudanças climáticas	Número de estações remotas de monitoramento da qualidade do ar em tempo real por quilômetro quadrado (km2).	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
20	Meio ambiente e mudanças climáticas	Porcentagem de edifícios públicos equipados para monitoramento da qualidade do ar interior.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
21	Finanças	Receita anual obtida a partir de economia compartilhada, como porcentagem da receita própria.	Sem relação direta.
22	Finanças	Porcentagem de pagamentos para a cidade realizados por meio eletrônico.	Sem relação direta.
23	Governança	Número anual de visitas <i>on-line</i> ao portal municipal de dados abertos por 100.000 habitantes.	Sem relação direta.
24	Governança	Porcentagem de serviços urbanos acessíveis e que podem ser solicitados <i>on-line</i> .	Sem relação direta.
25	Governança	Tempo médio de resposta a chamados realizados por meio de sistema de chamados não emergenciais da cidade (dias).	Sem relação direta.
26	Governança	Tempo médio de inatividade da infraestrutura de TI da cidade.	Sem relação direta.
27	Saúde	Porcentagem da população da cidade com prontuário eletrônico unificado, acessível <i>on-line</i> pelos provedores de serviços de saúde.	Sem relação direta.
28	Saúde	Número anual de consultas médicas realizadas remotamente por 100.000 habitantes.	Sem relação direta.
29	Saúde	Porcentagem da população da cidade com acesso a sistemas de alertas públicos em tempo real sobre condições de qualidade do ar e da água.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
30	Habitação	Porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de energia.	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

#	Áreas	Indicador	Relação com as novas DCNs
31	Habitação	Porcentagem de domicílios com medidores inteligentes de água	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
32	População e condições sociais	Porcentagem de edifícios públicos acessíveis por pessoas com necessidades especiais.	Art. 3º, inciso III; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b.
33	População e condições sociais	Porcentagem do orçamento municipal alocado a ações de apoio, dispositivos e tecnologias assistivas a cidadãos com necessidades especiais de mobilidade.	Art. 3º, inciso III; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b.
34	População e condições sociais	Porcentagem das faixas de travessia de pedestres equipadas com sinalização de acessibilidade.	Art. 3º, inciso III; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b.
35	População e condições sociais	Porcentagem do orçamento municipal alocado a programas voltados à redução da exclusão digital.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b. Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VI, alínea d; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 4º, 10.
36	Recreação	Porcentagem de serviços públicos de recreação que podem ser reservados <i>on-line</i> .	Sem relação direta.
37	Segurança	Porcentagem da área da cidade coberta por câmeras de vigilância digital.	Sem relação direta.
38	Resíduos sólidos	Porcentagem de centros de coleta (contêineres) de resíduos equipados com telemetria.	Sem relação direta.
39	Resíduos sólidos	Porcentagem da população da cidade que dispõe de coleta de lixo porta a porta com monitoramento individual das quantidades de resíduos domésticos.	Sem relação direta.
40	Resíduos sólidos	Porcentagem da quantidade total de resíduos da cidade empregada para gerar energia.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
41	Resíduos sólidos	Porcentagem da quantidade total de resíduos plásticos reciclados na cidade.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
42	Resíduos sólidos	Porcentagem das lixeiras públicas que são dotadas de sensores.	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
43	Resíduos sólidos	Porcentagem de resíduos elétricos e eletrônicos da cidade que são reciclados.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
44	Esporte e cultura	Número de reservas <i>on-line</i> para instalações culturais por 100.000 habitantes.	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Relação com as novas DCNs
45	Esporte e cultura	Porcentagem do acervo cultural da cidade que foi digitalizado.	Sem relação direta.
46	Esporte e cultura	Número de livros disponíveis em bibliotecas públicas e <i>e-books</i> por 100.000 habitantes.	Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alíneas a, b; Art. 5º, inciso III; Art. 6º, incisos III, VIII; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 6º, 12.
47	Esporte e cultura	Porcentagem da população da cidade que é usuária ativa de bibliotecas públicas.	Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alíneas a, b; Art. 5º, inciso III; Art. 6º, incisos III, VIII; Art. 6º, inciso VIII, parágrafos 1º, 6º, 12.
48	Telecomunicação	Porcentagem da população da cidade com acesso à banda larga suficientemente rápida.	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso II, alíneas a, b, c, d; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII, alínea a. Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
49	Telecomunicação	Porcentagem de área da cidade sob uma zona branca/ponto morto/não coberta por conectividade de telecomunicações.	Sem relação direta.
50	Telecomunicação	Porcentagem da área da cidade coberta por conectividade à Internet fornecida pelo município.	Sem relação direta.
51	Transporte	Porcentagem de ruas e vias da cidade cobertas por alertas e informações de tráfego <i>on-line</i> em tempo real.	Sem relação direta.
52	Transporte	Número de usuários de sistemas de transporte baseados em economia compartilhada por 100.000 habitantes.	Sem relação direta.
53	Transporte	Porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos de baixa emissão.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º, inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
54	Transporte	Número de bicicletas disponíveis por meio de serviços municipais de compartilhamento de bicicletas por 100.000 habitantes	Sem relação direta.
55	Transporte	Porcentagem de linhas de transporte público equipadas com sistema acessível ao público em tempo real.	Sem relação direta.
56	Transporte	Porcentagem dos serviços de transporte público da cidade cobertos por um sistema de pagamento unificado.	Sem relação direta.
57	Transporte	Porcentagem de vagas de estacionamento público equipadas com sistemas de pagamento eletrônico.	Sem relação direta.
58	Transporte	Porcentagem de vagas de estacionamento público equipadas com sistemas de monitoramento de disponibilidade em tempo real.	Sem relação direta.
59	Transporte	Porcentagem dos semáforos que são inteligentes.	Sem relação direta.
60	Transporte	Área da cidade mapeada por sistemas interativos de mapeamento de vias públicas em tempo real, como porcentagem da área total da cidade.	Sem relação direta.

#	Áreas	Indicador	Relação com as novas DCNs
61	Transporte	Porcentagem de veículos registrados na cidade que são veículos autônomos.	Sem relação direta.
62	Transporte	Porcentagem das linhas de transporte público dotada de conectividade à Internet. para os usuários, oferecida e/ou gerenciada pelo município.	Sem relação direta.
63	Transporte	Porcentagem de vias em conformidade com sistemas de condução autônomos.	Sem relação direta.
64	Transporte	Porcentagem da frota de ônibus da cidade movida por sistemas limpos.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
65	Agricultura local/urbana e segurança alimentar	Porcentagem do orçamento municipal anual destinada a iniciativas de agricultura urbana.	Sem relação direta.
66	Agricultura local/urbana e segurança alimentar	Total de resíduos alimentares coletados anualmente enviados a instalações de processamento para compostagem <i>per capita</i> (em toneladas).	Sem relação direta.
67	Agricultura local/urbana e segurança alimentar	Porcentagem da área da cidade coberta por sistema <i>on-line</i> de mapeamento de fornecedores de alimentos.	Sem relação direta.
68	Planejamento urbano	Número anual de cidadãos engajados no processo de planejamento urbano por 100.000 habitantes.	Sem relação direta.
69	Planejamento urbano	Porcentagem das solicitações de licenças de construção submetidas por sistema eletrônico.	Sem relação direta.
70	Planejamento urbano	Tempo médio para aprovação de licença de construção (dias).	Sem relação direta.
71	Planejamento urbano	Porcentagem da população da cidade que reside em zonas de média ou alta densidade populacional.	Sem relação direta.
72	Esgotos	Porcentagem de águas residuais tratadas que é reutilizada.	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
73	Esgotos	Porcentagem de bio sólidos que são reutilizados (massa de matéria seca).	Art. 3º, incisos V, VI; Art. 4º, inciso I, alíneas a, b; Art. 4º, inciso IV, alínea e; Art. 4º inciso VII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 4º.
74	Esgotos	Energia derivada de águas residuais como porcentagem do consumo de energia total da cidade.	Sem relação direta.
75	Esgotos	Porcentagem da quantidade total de águas residuais da cidade que é empregada para geração de energia.	Sem relação direta.
76	Esgotos	Porcentagem da rede de coleta de esgotos que é monitorada em tempo real por sistema de sensores.	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

#	Áreas	Indicador	Relação com as novas DCNs
77	Água	Porcentagem da água potável cuja qualidade é monitorada em tempo real por estações remotas	Sem relação direta.
78	Água	Número de estações de monitoramento de qualidade da água ambiental em tempo real por 100.000 habitantes	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
79	Água	Porcentagem da rede de distribuição de água da cidade monitorada por sistemas inteligentes	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.
80	Água	Porcentagem dos imóveis da cidade que possuem medidores inteligentes de água	Art. 3º, inciso II; Art. 4º, inciso V, alínea a; Art. 4º, inciso VI, alínea a; Art. 4º, inciso VIII; Art. 4º, inciso VIII, alínea a; Art. 6º, inciso VIII, parágrafo 10.

Fonte: Adaptado de ISO 37122 (2019)

ANEXO II – EMENTA DA DISCIPLINA TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DISCIPLINA: TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO		
Código:	EP902	
Carga Horária Total: 40h	CH Teórica: 40h	CH Prática: -
Número de Créditos:	2	
Pré-requisitos:	-	
Semestre:	S9	
Nível:	Graduação	
EMENTA		
Manufatura Inteligente. <i>Business Intelligence</i> (BI). Digitalização Industrial. Gestão e Sistemas 4.0. Materiais Avançados na Indústria 4.0. Inovação e Interoperabilidade. Sustentabilidade Industrial. Cidades e a Produção Urbana. Internet das Coisas. Soluções para o Conforto do Usuário.		
OBJETIVO		
O aluno deverá ser capaz de compreender todos os aspectos tecnológicos da dita Quarta Revolução Tecnológica, bem como a influência na Engenharia Industrial.		
PROGRAMA		
1. Indústria 4.0 1.1.Fundamentos da indústria 4.0 1.2.Big Data e análise de dados 1.3.Simulação 1.4.Inteligência Artificial 1.5.Internet das Coisas 1.6.Cibersegurança 1.7.Cloud Computing 1.8.Manufatura Aditiva 1.9.Realidade aumentada 2. Cidades Inteligentes e sustentáveis 2.1. Conceitos Fundamentais 2.2. As cidades se reinventam 2.3. Planeta urbano, desenvolvimento sustentável 2.4. Cidades sustentáveis: cidades compactas, cidades inteligentes 2.5. Rankings de cidades inteligentes 2.6. Normas ISO aplicáveis a cidades inteligentes e sustentáveis		
METODOLOGIA DE ENSINO		
A disciplina será ministrada a partir da exposição de conteúdos com a realização de trabalhos e atividades para que o aluno possa construir conhecimentos sobre Tendência Tecnológicas na Engenharia de Produção. Existe a possibilidade da utilização de ferramentas digitais		

<i>Classmarker</i> e vídeos para o incentivo do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).
RECURSOS
Os seguintes recursos poderão ser utilizados: Quadro e pincéis, projetor de multimídia, material impresso, computadores, <i>smartphones</i> e <i>tablets</i> .
AValiação
As avaliações serão realizadas tendo como base as atividades desenvolvidas em sala de aula e extraclasses. Os alunos também serão avaliados através de atividades teóricas e práticas como: testes, provas, resolução de problemas, seminários, trabalhos escritos, visitas técnicas e construção de cenários, autoavaliação avaliação diagnóstica, contínua e cumulativa por intermédio de verificações diárias, semanais e/ou mensais, assiduidade, participação nas atividades e por meio de Projetos interdisciplinares com a metodologia <i>Problem Based Learning</i> (PBL).
BIBLIOGRAFIA BÁSICA
LEITE, C; AWAD, J. di C. M. Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes: Desenvolvimento Sustentável num Planeta Urbano . 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 278 p. ISBN 9788577809653.
PANHAN, A. M; MENDES, L. de S; BREDa, G. D. Construindo Cidades Inteligentes . 1. ed. Curitiba: Appris, 2016. 149 p. ISBN 9788581929293.
STEVAN JUNIOR, S. L; LEME, M. O; SANTOS, M. M. D. Indústria 4.0. Fundamentos, Perspectivas e Aplicações . 1. ed. São Paulo: Érica, 2018. 184 p. ISBN 9788536527208
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR
TACHIZAWA, Takeshy; ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de. Gestão socioambiental: estratégias na nova era da sustentabilidade . 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 265 p. ISBN 9788535251746.
SCHWAB, K; DAVIS, N. Aplicando a Quarta Revolução Industrial . 1. ed. São Paulo: Edipro, 2019. 352 p. ISBN 9788552100249.
MICKLETHWAIT, J; WOOLDRIDGE, A. A quarta revolução . 1. ed. São Paulo: Portfolio, 2015. 304 p. ISBN 9788582850077.
PEÑAFIEL, Adriana; RADOMSKY, Guilherme. Desenvolvimento e sustentabilidade . Curitiba: InterSaberes, 2013. E-book. (228 p.). (Administração e Negócios). ISBN 9788582127360. Disponível em: < http://ifce.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788582127360 >. Acesso em: 4 jun. 2019.
PHILLIPI JÚNIOR, Arlindo; PELICIONI, Maria Cecília Focesi (org.). Educação ambiental e sustentabilidade . 2.ed. Barueri: Manole, 2014. E-book. (1026 p.). ISBN 9788520432006.

Fonte: IFCE (2021)

APÊNDICE A – MODELO DE FORMULÁRIO: PERCEPÇÃO DOS ALUNOS

Percepção dos alunos em relação ao tema *campus* inteligente

Informações Demográficas:

- Nome (opcional):
- Idade:
- Gênero:
- Curso:
- Semestre/Ano:

1. Você já conhecia o conceito de "*campus* inteligente"?

() Sim

() Não

2. Selecione as características que, na sua opinião, definem um *campus* inteligente:

Assinalar no máximo 2 das opções abaixo.

() Uso eficiente de energia

() Integração de tecnologia de ponta

() Conectividade Wi-Fi em toda a área do campus

() Sistemas de segurança avançados

() Espaços verdes sustentáveis

() Sistemas de ensino-aprendizagem avançados

() Outro (por favor, especifique): _____

3. Em uma escala de 1 a 5, quão importante você acredita que é a implementação de tecnologias inteligentes em um *campus* universitário? (1 = Não importante, 5 = Muito importante)

() 1 = Não importante

() 2 = Pouco importante

() 3 = Neutro

() 4 = Importante

() 5 = Muito importante

4. Você acredita que um *campus* inteligente pode melhorar a experiência acadêmica e o desempenho dos alunos?
- () Sim
- () Não
5. Que tipo de tecnologia você gostaria de ver implementada em um *campus* inteligente?
- Resposta: _____
6. Você se sentiria mais seguro em um *campus* que utiliza tecnologias inteligentes de segurança?
- () Sim
- () Não
7. Você acredita que um *campus* inteligente pode contribuir para a sustentabilidade ambiental? Explique sua resposta.
- () Sim
- () Não
8. Se pudesse escolher, você escolheria estudar em um “*campus* tradicional” ou em um *campus* inteligente?
- () Tradicional
- () Inteligente
9. Quais desafios você acredita que podem surgir com a implementação de um *campus* inteligente?
- Resposta: _____
10. Você se sentiria confortável com a coleta de dados pessoais (como sua movimentação no *campus*, seus hábitos de estudo, seus comportamentos em sala de aula etc.) para melhorar os serviços oferecidos por um *campus* inteligente?
- () Sim
- () Não

11. Você acredita que um *campus* inteligente pode facilitar a colaboração entre alunos, professores e funcionários?
- () Sim
- () Não
12. Que sugestões você teria para melhorar a implementação de um *campus* inteligente?
- Resposta: _____
13. Como você acredita que um *campus* inteligente pode influenciar a comunidade local?
- Resposta: _____
14. Você já teve alguma experiência prévia em um *campus* que você considera inteligente? Se sim, descreva sua experiência.
- Resposta: _____
15. Quais são as suas preocupações em relação à privacidade em um *campus* inteligente?
- Resposta: _____
16. Você acredita que um *campus* inteligente pode aumentar a produtividade acadêmica dos alunos?
- () Sim
- () Não
17. Como você imagina que um *campus* inteligente pode ser adaptado para atender às necessidades de pessoas com deficiência?
- Resposta: _____
18. Você gostaria de participar de projetos de pesquisa ou desenvolvimento relacionados a *campus* inteligente durante seus estudos?
- () Sim
- () Não

19. Você acredita que a implementação de tecnologias inteligentes em salas de aula pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem?

() Sim

() Não

20. Que ferramentas ou recursos tecnológicos você gostaria de ver disponíveis para apoiar seu aprendizado em um *campus* inteligente?

Resposta: _____

21. Como você acredita que a interação entre alunos e professores pode ser facilitada em um *campus* inteligente?

Resposta: _____

22. Você acredita que um *campus* inteligente pode oferecer oportunidades de aprendizado mais personalizadas e adaptadas às necessidades individuais dos alunos?

() Sim

() Não

23. Como você imagina que o ambiente físico e digital de um *campus* inteligente pode influenciar a motivação dos alunos para aprender?

Resposta: _____

24. Você acredita que o ensino por competências é importante para a formação superior?

() Sim

() Não

25. Você acredita que o ensino por competências para a formação superior pode ser facilitado por um *campus* inteligente?

() Sim

() Não

26. Que papel você acredita que as tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial e Internet das Coisas, desempenham na formação por competências no ensino superior?

Resposta: _____

27. Como você imagina que um *campus* inteligente pode oferecer oportunidades práticas e experiências de aprendizagem autênticas para preparar os egressos para as demandas atuais do mercado de trabalho?

Resposta: _____

28. Você acredita que a colaboração interdisciplinar é importante para o desenvolvimento de competências no ensino superior?

() Sim

() Não

29. Em uma escala de 1 a 5, em qual “nível de inteligência” você classifica o *campus* que estuda ? (1 = Não inteligente, 5 = Altamente inteligente)

() 1 = Não inteligente

() 2 = Pouco inteligente

() 3 = Inteligente

() 4 = Muito inteligente

() 5 = Altamente inteligente

30. Você tem alguma outra observação ou comentário sobre *campi* inteligentes que gostaria de compartilhar?

Resposta: _____

APÊNDICE B – RELAÇÕES ENTRE PERGUNTAS E INDICADORES

Pergunta	Indicadores Relacionados
1. Você já conhecia o conceito de <i>campus</i> inteligente?	Sem indicador quantitativo direto
2. Selecione características que definem um <i>campus</i> inteligente	1 - Cobertura de rede sem fio (Wi-Fi) no <i>campus</i> , 28 - Taxa de cobertura vegetal do <i>campus</i> , 30 - Porcentagem de energia consumida no <i>campus</i> gerada por fontes renováveis, 31 - Taxa de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes, 52 - Taxa de ambientes imersivos de aprendizagem, 53 - Taxa de ambientes de experimentação prática
3. Importância da implementação de tecnologias inteligentes	30 - Porcentagem de energia consumida no <i>campus</i> gerada por fontes renováveis, 31 - Taxa de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes, 35 - Taxa de ambientes com sensores inteligentes de iluminação, 36 - Taxa de medidores inteligentes de consumo de energia
4. <i>Campus</i> inteligente melhora a experiência acadêmica?	46 - Taxa de proficiência em multilinguismo, 47 - Taxa de evasão, 48 - Taxa de retenção, 49 - Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> para combate à evasão e retenção, 54 - Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria, 56 - Taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação, 57 - Porcentagem de alunos em projetos com empresas, 58 - Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa
5. Tecnologias que gostaria de ver implementadas	6 - Dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por aluno, 9 - Porcentagem de licenças de <i>softwares</i> de simulação disponíveis, 50 - Taxa de empréstimos de livros por aluno, 51 - Taxa de disponibilidade de livros por aluno, 52 - Taxa de ambientes imersivos de aprendizagem, 53 - Taxa de ambientes de experimentação prática
6. Você se sentiria mais seguro com tecnologias inteligentes de segurança?	10 - Taxa de cobertura por extintor, 11 - Porcentagem de edifícios com sistemas automáticos de combate a incêndio, 12 - Porcentagem de ambientes com mapa de riscos disponíveis publicamente
7. <i>Campus</i> inteligente contribui para sustentabilidade ambiental?	19 - Geração de resíduos não recicláveis <i>per capita</i> , 20 - Geração de resíduos recicláveis <i>per capita</i> , 21 - Taxa de destinação correta de resíduos no <i>campus</i> , 22 - Consumo de água <i>per capita</i> , 23 - Taxa de captação e reutilização de água no <i>campus</i> , 28 - Taxa de cobertura vegetal do <i>campus</i> , 29 - Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> destinado à sustentabilidade, 30 - Porcentagem de energia consumida no <i>campus</i> gerada por fontes renováveis, 31 - Taxa de aparelhos de ar-condicionado energeticamente eficientes, 32 - Taxa de estações de carregamento para veículos elétricos, 33 - Taxa de ambientes com iluminação natural, 34 - Taxa de ambientes com ventilação natural, 35 - Taxa de ambientes com sensores inteligentes de iluminação, 36 - Taxa de medidores inteligentes de consumo de energia, 37 - Taxa de veículos com emissão zero <i>per capita</i>
8. Prefere <i>campus</i> tradicional ou inteligente?	14 - Taxa de ocupação das vagas ofertadas, 15 - Taxa de conclusão anual, 47 - Taxa de evasão, 48 - Taxa de retenção, 49 - Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> para combate à evasão e retenção

Pergunta	Indicadores Relacionados
9. Desafios da implementação de <i>campus</i> inteligente	59 - Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> para redução da exclusão digital, 60 - Índice de satisfação dos estudantes com os serviços administrativos
10. Conforto com coleta de dados pessoais	4 - Porcentagem de alunos com frequência registrada por tecnologias inteligentes, 60 - Índice de satisfação dos estudantes com os serviços administrativos
11. <i>Campus</i> inteligente facilita colaboração?	17 - Proporção de alunos por professor, 54 - Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria, 57 - Porcentagem de alunos em projetos com empresas
12. Sugestões para melhorar a implementação	29 - Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> destinado à sustentabilidade, 59 - Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> para redução da exclusão digital, 60 - Índice de satisfação dos estudantes com os serviços administrativos
13. Influência do <i>campus</i> na comunidade local	42 - Taxa de projetos sociais por docente, 43 - Taxa de alunos em ONGs, 44 - Taxa de eventos de arte e cultura por docente, 45 - Taxa de eventos de educação ambiental por docente
14. Experiência prévia em <i>campus</i> inteligente	Sem indicador quantitativo direto
15. Preocupações com privacidade	4 - Porcentagem de alunos com frequência registrada por tecnologias inteligentes, 60 - Índice de satisfação dos estudantes com os serviços administrativos
16. <i>Campus</i> inteligente aumenta produtividade acadêmica?	40 - Taxa de pesquisadores, 42 - Taxa de projetos sociais por docente, 54 - Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria, 56 - Taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação, 57 - Porcentagem de alunos em projetos com empresas
17. <i>Campus</i> adaptado para pessoas com deficiência	8 - Taxa de acessibilidade de edifícios do <i>campus</i>
18. Gostaria de participar de projetos de pesquisa ou desenvolvimento?	38 - Taxa de participação de alunos em <i>startups</i> , 39 - Taxa de patentes registradas por servidor, 40 - Taxa de pesquisadores, 41 - Porcentagem do orçamento do <i>campus</i> destinado à pesquisa e inovação
19. Tecnologias em sala de aula melhoram aprendizagem?	52 - Taxa de ambientes imersivos de aprendizagem, 53 - Taxa de ambientes de experimentação prática, 58 - Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa
20. Ferramentas para apoiar aprendizado	1 - Cobertura de rede sem fio (Wi-Fi) no <i>campus</i> , 2 - Continuidade do serviço de internet no <i>campus</i> , 6 - Dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por aluno, 9 - Porcentagem de licenças de <i>softwares</i> de simulação disponíveis, 50 - Taxa de empréstimos de livros por aluno, 51 - Taxa de disponibilidade de livros por aluno
21. Interação aluno-professor em <i>campus</i> inteligente	17 - Proporção de alunos por professor, 54 - Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria
22. Oportunidades de aprendizado personalizadas	52 - Taxa de ambientes imersivos de aprendizagem, 53 - Taxa de ambientes de experimentação prática, 54 - Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria, 56 - Taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação, 58 - Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa

Pergunta	Indicadores Relacionados
23. Influência do <i>campus</i> na motivação para aprender	46 - Taxa de proficiência em multilinguismo, 47 - Taxa de evasão, 48 - Taxa de retenção, 54 - Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria, 55 - Carga horária de ciências humanas nos cursos de ciências exatas, 58 - Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa
24. Ensino por competências é importante?	55 - Carga horária de ciências humanas nos cursos de ciências exatas, 58 - Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa
25. <i>Campus</i> inteligente facilita ensino por competências?	47 - Taxa de evasão, 48 - Taxa de retenção, 55 - Carga horária de ciências humanas nos cursos de ciências exatas, 56 - Taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação, 57 - Porcentagem de alunos em projetos com empresas, 58 - Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa
26. Papel das tecnologias emergentes no ensino por competências	3 - Taxa de sensores inteligentes de controle de temperatura, 4 - Porcentagem de alunos com frequência registrada por tecnologias inteligentes, 5 - Taxa de sensores inteligentes de ocupação em vagas de estacionamento, 6 - Dispositivos de aprendizagem digital disponíveis por aluno, 30 - Porcentagem de energia consumida no <i>campus</i> gerada por fontes renováveis, 35 - Taxa de ambientes com sensores inteligentes de iluminação, 36 - Taxa de medidores inteligentes de consumo de energia, 38 - Taxa de participação de alunos em <i>startups</i> , 40 - Taxa de pesquisadores
27. Oportunidades práticas e experiências de aprendizagem autênticas	52 - Taxa de ambientes imersivos de aprendizagem, 53 - Taxa de ambientes de experimentação prática, 57 - Porcentagem de alunos em projetos com empresas
28. Colaboração interdisciplinar é importante?	17 - Proporção de alunos por professor, 54 - Taxa de participação em programas de mentoria ou tutoria, 56 - Taxa de participação em atividades de empreendedorismo e inovação, 58 - Proporção de carga horária com metodologias de aprendizagem ativa
29. Classificação do nível de inteligência do <i>campus</i>	Sem indicador quantitativo direto
30. Outros comentários sobre <i>campus</i> inteligente	Sem indicador quantitativo direto

APÊNDICE C – PRODUÇÕES CIENTÍFICAS DURANTE A PESQUISA

Artigos científicos publicados durante a pesquisa:

1. ALEXANDRE, Francisco de Assis Souza; ALEXANDRIA, Auzuir Ripardo. A robótica como motor de desenvolvimento educacional. Revista de Ensino de Engenharia, v. 42, 2023. DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p499-514.2023. Disponível em: <https://revista.abenge.org.br/index.php/abenge/article/view/2165/1153>. Acesso em: 24 abr. 2024.
2. ALEXANDRE, F. de A. S.; ALEXANDRIA, A. R. de. O processo de ensino-aprendizagem nos campi inteligentes: uma revisão sistemática da literatura. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 21, n. 3, p. e3516, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n3-234. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/3516>. Acesso em: 15 abr. 2024.
3. ALEXANDRE, Francisco de Assis Souza; ALEXANDRIA, Auzuir Ripardo. Desenvolvimento educacional em campi inteligentes: uma revisão sistemática de literatura. REPAE - Revista de Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia, São Paulo, Brasil, v. 10, n. 1, p. 16–35, 2024. DOI: 10.51923/repae.v10i1.347. Disponível em: <https://www.repae-online.com.br/index.php/REPAE/article/view/347>. Acesso em: 29 set. 2025.
4. ALEXANDRE, F. de A. S.; ALEXANDRIA, A. R. de; AQUINO, F. J. A. de. O papel dos campi inteligentes na melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Engenharia. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 22, n. 10, p. e19339, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n10-239. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/19339>. Acesso em: 29 set. 2025.

CAPÍTULO DE LIVRO:

1. ALEXANDRE, F. de A. S.; ALEXANDRIA, A. R. de. Ensino de Engenharias em Campi Inteligentes e o Desenvolvimento das Competências das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais. In: ALVES, Paulo Trajano de Araújo et al. (org.). Educação, Ensino e Formação Docente: tendências atuais. 1. ed. Iguatu, CE: Quipá Editora, 2024. p. 164 – 176. DOI: 10.36599/qped-978-65-5376-321-0. Disponível em: <https://quipaeditora.com.br/educacao-formacao>. Acesso em: 24 abr. 2024.

APÊNDICE D – SUBMISSÃO DE PROPOSTA PARA CRIAÇÃO DE NORMA TÉCNICA SOBRE AVALIAÇÃO DE CAMPI INTELIGENTES

08/10/2025, 18:18

FORMULÁRIO DE DEMANDA EXTERNA



FORMULÁRIO DE DEMANDA EXTERNA

faalexandre.ce@gmail.com [Mudar de conta](#)
 Não compartilhado

 Rascunho salvo.

* Indica uma pergunta obrigatória

FORMULÁRIO DE DEMANDA EXTERNA

Para que possamos melhor compreender a necessidade pela norma, pedimos a gentileza de nos responder às perguntas a seguir:

O seu produto, sistema ou processo é objeto de patente? Se afirmativo, lembramos que não é possível elaborar Normas Brasileiras. Em caso negativo, responder às demais questões. *

Não

Quais são as características do produto, sistema ou processo? *

O produto proposto é uma norma técnica voltada à definição de indicadores e metodologias de cálculo para avaliação de campi inteligentes, com aplicação nas instituições de ensino superior e técnico. A norma contemplaria 60 indicadores organizados em 13 áreas temáticas: infraestrutura, saúde e segurança, partes interessadas, gestão de resíduos, gestão da água, ambiental, energia, transporte, pesquisa e inovação, extensão, ensino-aprendizagem, social e administração.



08/10/2025, 18:18

FORMULÁRIO DE DEMANDA EXTERNA

O que deseja Normalizar (Procedimentos de fabricação e montagem, requisitos do produto, sistema ou processo, métodos de ensaio ou terminologia) e por quê? *

Deseja-se normalizar os conceitos, terminologias, métodos de cálculo e critérios de avaliação relacionados aos indicadores de desempenho dos campi inteligentes. O objetivo é garantir comparabilidade, transparência e confiabilidade nos processos de avaliação, uma vez que atualmente há grande diversidade de abordagens e ausência de parâmetros comuns entre as instituições.

O produto, sistema ou processo é fabricado no Brasil? *

Não se trata de um produto fabricado, mas de uma norma técnica a ser desenvolvida e aplicada no Brasil. A proposta é integralmente concebida no contexto nacional e voltada à realidade das instituições brasileiras, podendo ser utilizada em universidades públicas e privadas, institutos federais, centros tecnológicos e demais ambientes educacionais.

O produto, sistema ou processo possui tecnologia consolidada e está sendo amplamente utilizada no país, com eficiência e eficácia comprovadas? *

Os fundamentos técnicos e metodológicos dos indicadores são baseados em tecnologias e práticas consolidadas em áreas como eficiência energética, gestão ambiental, segurança e avaliação de desempenho institucional. Entretanto, ainda não existe no Brasil uma metodologia integrada que unifique esses aspectos sob o conceito de campus inteligente. Assim, a norma propõe consolidar práticas existentes e adaptá-las a um modelo nacional padronizado, garantindo eficiência, comparabilidade e confiabilidade dos resultados.

Tem interesse que seu produto, sistema ou processo seja certificado? Por quê? *
Quais os tipos de certificação são de seu interesse?

Sim, há interesse em que a norma sirva de base para processos de certificação. A certificação proporcionará maior credibilidade e reconhecimento às instituições que demonstrarem conformidade com os requisitos estabelecidos, incentivando a melhoria contínua e o uso eficiente de recursos. Poderão ser criados selos de desempenho, com níveis de certificação (bronze, prata, ouro), de acordo com o grau de atendimento aos indicadores. Essa certificação fortalecerá a transparência institucional e estimulará investimentos em inovação e sustentabilidade.



08/10/2025, 18:18

FORMULÁRIO DE DEMANDA EXTERNA

Seu produto, sistema ou processo é regulamentado? Quais são as leis, regulamentos ou portarias os quais seu produto é estabelecido? *

Atualmente não há regulamentação específica que aborde a avaliação de campi inteligentes de forma integrada. No entanto, diversos marcos legais estão relacionados aos temas abordados pela norma, como a legislação ambiental, normas de segurança e saúde do trabalho, normas de acessibilidade e as Diretrizes Curriculares Nacionais. Dessa forma, a norma proposta atuará de maneira complementar às regulamentações existentes, consolidando indicadores técnicos e metodológicos alinhados a essas legislações.

Qual a importância da normalização do produto, sistema ou processo para a sociedade brasileira? *

A normalização trará benefícios à sociedade brasileira, especialmente ao setor educacional e às políticas públicas de sustentabilidade. Ela permitirá que os campi adotem práticas de gestão baseadas em dados confiáveis, promovendo o uso racional de recursos naturais, a eficiência energética, a segurança, a acessibilidade e a inovação. Além disso, facilitará a transparência na gestão de recursos públicos, possibilitando comparações entre instituições e fornecendo subsídios para tomadas de decisão mais assertivas. A norma contribuirá também para a formação de profissionais mais conscientes e preparados para os desafios da sustentabilidade e da transformação digital.

Quais são as dificuldades enfrentadas pelo seu setor? A elaboração de uma Norma Brasileira solucionaria os problemas existentes no mercado brasileiro no que se refere ao seu produto, sistema ou processo? *

O principal desafio enfrentado pelo setor educacional é a ausência de padronização nas metodologias de avaliação de desempenho institucional, o que resulta em dados inconsistentes e não comparáveis. Além disso, muitos campi carecem de capacitação técnica e de instrumentos de gestão integrados. A elaboração da norma pode oferecer uma estrutura clara e unificada para coleta e análise de dados, possibilitando o benchmarking entre instituições e incentivando melhorias contínuas. Embora a norma não resolva limitações orçamentárias, ela fornecerá um instrumento técnico essencial para planejamento e atração de investimentos.



Quais são as outras Partes Interessadas além de sua empresa? Partes Interessadas são, de uma forma geral, empresa produtora e suas associações, empresa fornecedora de insumo e suas associações, consumidor intermediário e final, incluindo suas associações e Ministério Público, fornecedor do serviço, empresa produtora (do produto associado ao serviço), empresa de capacitação e formação de pessoas, órgão regulador/regulamentador/acreditador, organismo de avaliação da conformidade, órgãos técnicos (laboratório, instituto de pesquisa e academia), entre outros, que participarão ativamente nas Comissões de Estudo. Se for de seu conhecimento, nos indique, por gentileza, o contato dos representantes de empresas ou entidades que tenham interesse no estabelecimento dessa Norma Brasileira, para que possamos convidá-los a participar do processo de elaboração da Norma.

As principais partes interessadas incluem universidades públicas e privadas, institutos federais, órgãos de fomento (CNPq, CAPES, FINEP), Ministério da Educação, Ministério do Meio Ambiente, secretarias estaduais e municipais, empresas de uma forma geral, consultorias em sustentabilidade, associações de gestores universitários, organizações da sociedade civil, institutos de pesquisa e organismos de certificação. Essas entidades poderão participar ativamente da comissão de estudo e contribuir para a construção de uma norma representativa, abrangente e tecnicamente consistente.

Existe alguma associação ou sindicato, em nível Nacional ou Estadual, que represente o seu setor?

Sim, existem diversas associações e entidades que representam o setor educacional e podem ser envolvidas no processo de normalização, como a Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES), a Associação Brasileira dos Reitores das Universidades Estaduais e Municipais (ABRUEM), e as associações de institutos federais. Também há entidades setoriais e sindicatos que representam servidores e docentes, além de conselhos profissionais e associações de pesquisa em sustentabilidade e inovação.



Existe alguma Norma ABNT NBR que possa ser de utilidade para sua empresa? ★
 Acesse o ABNT Catálogo (<https://www.abntcatalogo.com.br/>) e faça uma busca por Normas Brasileiras.

Diversas normas ABNT podem servir de referência e apoio, como as séries ISO 9001 (gestão da qualidade), ISO 14001 (gestão ambiental), ISO 45001 (segurança e saúde no trabalho), ISO 50001 (gestão de energia) e normas sobre acessibilidade, gestão de resíduos e sustentabilidade. Essas normas fornecem fundamentos técnicos e estruturais que podem ser harmonizados com a proposta de indicadores para campi inteligentes, especialmente no que se refere à integração de sistemas de gestão e à melhoria contínua.

Conhece algum Comitê Técnico da ABNT que possa ter interface com o tema ★
 que deseja normalizar? Acesse a página dos Comitês Técnicos (<http://www.abnt.org.br/normalizacao/comites-tecnicos>) e faça uma busca por Comitês Brasileiros, Organismos de Normalização Setorial e Comissões de Estudo Especiais.

Sim, o tema apresenta interface com diversos Comitês Técnicos da ABNT, como os relacionados a sustentabilidade, gestão ambiental, eficiência energética, construção civil, segurança, acessibilidade e educação. É recomendável o envolvimento desses comitês, ou mesmo a criação de uma comissão especial voltada à temática dos campi inteligentes, dada sua natureza transversal e multidisciplinar, que envolve aspectos técnicos, sociais, ambientais e educacionais.

Existem Normas Internacionais (ISO, IEC) ou Regionais (AMN, COPANT) que se apliquem ao seu produto e que tenha pretensão de adotá-las? Quais são elas?

Existem normas internacionais relevantes que podem ser adotadas ou servir de referência, como as séries ISO 37101, ISO 37120 e ISO 37122, que tratam de indicadores de sustentabilidade e inteligência para cidades e comunidades. Também são pertinentes as normas ISO 9001, 14001, 45001 e 50001, entre outras. A adoção dessas normas como base contribuirá para a compatibilidade internacional, permitindo que os campi brasileiros se alinhem a padrões globais de sustentabilidade e inovação, fortalecendo a imagem do país no cenário educacional e tecnológico.



08/10/2025, 18:18

FORMULÁRIO DE DEMANDA EXTERNA

Qual a importância da adoção dessas Normas Internacionais para a sociedade brasileira, caso existam para o seu caso?

A adoção de normas internacionais trará benefícios de padronização, reconhecimento e integração global. Ela permitirá que as instituições brasileiras participem de programas de avaliação e certificação em nível internacional, ampliando oportunidades de cooperação acadêmica, científica e tecnológica. Além disso, contribuirá para o cumprimento de metas globais de sustentabilidade, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, reforçando o compromisso do país com uma educação ambientalmente responsável e socialmente inclusiva.

Tem interesse em acompanhar os trabalhos internacionais de algum Comitê da ISO ou IEC? Por quê? Para facilitar a sua busca, sugerimos que acesse a lista de Comitês Técnicos da

ISO(http://www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees.htm) e da IEC (<http://www.iec.ch/dyn/www/?p=103.6.0&#ref=menu>), podendo consultar também suas respectivas Normas.

Sim, há grande interesse em acompanhar os trabalhos internacionais de Comitês da ISO relacionados à temática de campi inteligentes, especialmente aqueles voltados à sustentabilidade, cidades e comunidades inteligentes, energia e sistemas de gestão. Em particular, destaca-se o interesse nos Comitês Técnicos ISO/TC 268 – Sustainable Cities and Communities, responsável pelas normas da série ISO 37100, que trata de indicadores de desempenho, gestão e inteligência aplicada a ambientes urbanos e institucionais, e no ISO/TC 207 – Environmental Management, que aborda os sistemas de gestão ambiental e suas aplicações em diferentes contextos.

Existe algum texto-base para o que deseja normalizar? Qual é o título e o escopo? *

Sim, há um texto-base em uma tese de doutorado com título: Campi inteligentes: influências no aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem de engenharia. O documento estabelece 60 indicadores distribuídos em 13 áreas temáticas e define seus respectivos objetivos, metodologias e critérios de avaliação.

[Voltar](#)

[Enviar](#)

[Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. - [Entre em contato com o proprietário do formulário](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)



Este formulário parece suspeito? [Denunciar](#)