

# Atributos, barreiras e desafios que impactam o processo decisório no desenvolvimento de Smart Campus

## Attributes, barriers and challenges that impact the decision-making process in the development of Smart Campus.

**Patrícia Bellotti Carvalho** Mestre em Educação. Doutoranda em Gestão da Informação.  
<https://orcid.org/0000-0002-0821-8931> Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Brasil.  
patriciabella@ufpr.br

**Taiane Ritta Coelho** Doutora em Administração. Professora do Programa de Pós-graduação em Gestão da Informação (PPGGI) da  
<https://orcid.org/0000-0003-2607-0704> Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Brasil.  
taianecoelho@ufpr.br

**Louis Francis Moura** Doutora em Engenharia de Produção e Sistemas. Professora de Gestão e Engenharia Organizacional da Universidade  
<https://orcid.org/0000-0002-6980-4002> Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Brasil.  
louisifrancis@utfpr.edu.br

### RESUMO

Este estudo identifica os atributos, barreiras e desafios que afetam o desenvolvimento de Smart Campus e influenciam o processo decisório. A pesquisa esclarece seu impacto na implementação e gestão desses ambientes, fornecendo subsídios para decisões mais eficientes. A metodologia adotada combina uma revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo para mapear os principais atributos, barreiras e desafios associados ao desenvolvimento de Smart Campus. A abordagem teórica baseia-se na interação entre stakeholders e fatores contextuais, como governança, infraestrutura tecnológica e cultura institucional. Foram identificados 11 atributos essenciais, incluindo conectividade digital, interoperabilidade de sistemas e segurança da informação. Além disso, a pesquisa revelou 8 barreiras que dificultam a implementação, como resistência à mudança e restrições orçamentárias, e 7 desafios relacionados à gestão estratégica, integração tecnológica e políticas de privacidade. A análise evidenciou que a superação dessas barreiras e desafios requer estratégias adaptativas e um alinhamento entre stakeholders. Conclui-se que a adoção de atributos específicos, aliada a estratégias eficazes para mitigar barreiras e desafios, é fundamental para fortalecer a eficiência da gestão e promover a inovação e sustentabilidade dos Smart Campus. Os achados deste estudo contribuem para o desenvolvimento de diretrizes práticas voltadas à tomada de decisão informada e à melhoria contínua desses ambientes.

**Palavras-chave:** *Smart Campus*; processo decisório; estratégia; barreiras; atributos.

#### ABSTRACT

This study identifies the attributes, barriers and challenges that affect the development of Smart Campus and influence the decision-making process. The research clarifies their impact on the implementation and management of these environments, providing support for more efficient decision-making. The adopted methodology combines a systematic literature review with content analysis to map the key attributes, barriers, and challenges associated with the development of Smart Campus. The theoretical approach is based on the interaction between stakeholders and contextual factors, such as governance, technological infrastructure, and institutional culture. Eleven essential attributes were identified, including digital connectivity, systems interoperability, and information security. Additionally, the research revealed eight barriers that hinder implementation, such as resistance to change and budgetary constraints, as well as seven challenges related to strategic management, technological integration, and privacy policies. The analysis evidenced that overcoming these barriers and challenges requires adaptive strategies and alignment among stakeholders. It is concluded that the adoption of specific attributes, combined with effective strategies to mitigate barriers and challenges, is essential to strengthen management efficiency and promote innovation and sustainability of Smart Campus. The findings of this study contribute to the development of practical guidelines aimed at informed decision-making and continuous improvement of these environments.

**Keywords:** Smart Campus; decision-making.; strategy; barrier; attributes.

Recebido em 08/12/2024. Aprovado em 24/02/2025. Avaliado pelo sistema *double blind peer review*. Publicado conforme normas da APA.

<https://doi.org/10.22279/navus.v16.2064>

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de Smart Cities tem ganhado destaque como resultado de avanços tecnológicos significativos que permitem uma gestão mais eficiente dos recursos urbanos, promovendo conectividade, automação e otimização de serviços (Zhang, 2021). Esse modelo inovador tem sido adaptado ao contexto acadêmico por meio do conceito de Smart Campus, que busca integrar tecnologias avançadas para aprimorar processos administrativos, acadêmicos e de governança institucional (Li, 2021).

Um Smart Campus é um ambiente colaborativo e tecnológico que integra redes sem fio, Internet das Coisas (IoT) e análise de dados para otimizar a gestão e a tomada de decisão (Ferreira & Araújo, 2018). Esses ambientes promovem eficiência operacional, segurança e sustentabilidade (Bandeira & Araújo Neto, 2022; Schenatz, 2019). No entanto, a sua implementação enfrenta desafios como barreiras tecnológicas, dificuldades na integração de sistemas e a necessidade de estratégias de governança eficazes.

Apesar dos avanços na literatura sobre Smart Campus, ainda há uma lacuna na sistematização de um modelo conceitual que estruture os atributos críticos, barreiras e desafios que influenciam a tomada de decisão e a implementação desses ambientes. A ausência de um referencial estruturado dificulta a formulação de estratégias coerentes para sua governança e expansão. Diferentemente de abordagens fragmentadas que analisam aspectos isolados do Smart Campus, este estudo propõe um modelo conceitual integrador, identificando 11 atributos essenciais, 8 barreiras que dificultam a implementação e 7 desafios críticos, considerando aspectos como integração tecnológica, políticas institucionais e interação com stakeholders.

A identificação desses elementos é fundamental para qualificar a tomada de decisão em Smart Campus, pois permite compreender os fatores determinantes para sua gestão eficiente. Em um cenário onde o volume de informações disponíveis cresce exponencialmente, a ausência de estruturação pode comprometer a efetividade das estratégias adotadas (Silva, 2017). Assim, a integração de sistemas de informação e a adoção de estratégias estruturadas possibilitam coletar, organizar e distribuir dados de forma estratégica, apoiando gestores e pesquisadores na formulação de políticas mais eficazes (Leite & Tavares, 2018). Modelos tradicionais de tomada de decisão, como os propostos por Simon (1997), Freeman (2018) e Davenport & Prusak (1998), demonstram que a interação entre stakeholders e a gestão eficiente da informação são fatores essenciais para garantir inovação e governança eficaz em ambientes acadêmicos inteligentes.

Dessa forma, este estudo não apenas analisa os conceitos de Smart Cities e Smart Campus, mas também propõe um modelo conceitual baseado em uma revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo, estruturando os principais atributos, barreiras e desafios que impactam a governança e a tomada de decisão nesses ambientes acadêmicos. A partir dessa abordagem, o estudo busca fornecer diretrizes práticas para apoiar gestores na implementação de estratégias eficazes, promovendo a inovação e sustentabilidade dos Smart Campus.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A transformação digital tem impactado significativamente as instituições de ensino superior, demandando modelos organizacionais mais eficientes e um processo decisório fundamentado na gestão da informação e na

interação entre stakeholders. Neste contexto, a análise dos processos decisórios, da estrutura organizacional das universidades e dos modelos conceituais aplicáveis aos Smart Campus tornam-se elementos fundamentais para compreender e aprimorar a governança desses ambientes. O Smart Campus transforma a educação superior ao integrar tecnologias avançadas e práticas sustentáveis. Além de promover sustentabilidade ambiental, econômica e social, incentiva a aprendizagem colaborativa e adaptativa, sendo uma extensão do conceito de Smart Cities. Segundo Pagliaro et al. (2016), os Smart Campus ampliam a eficiência e eficácia dessas iniciativas urbanas.

O processo decisório em ambientes Smart Campus exige um modelo estruturado que integre dados, tecnologia e colaboração entre stakeholders (Mitchell et al., 1997). Freeman (2018) reforça que a interação entre os stakeholders influencia diretamente as decisões organizacionais, enquanto Davenport e Prusak (1998) destacam a importância da qualidade da informação no processo decisório. Modelos tradicionais de tomada de decisão, como o racional e incremental, precisam ser adaptados à dinâmica tecnológica dos Smart Campus (Simon, 1997), permitindo maior transparência e eficiência na gestão. Nesse sentido, as universidades, como instituições de ensino e pesquisa, enfrentam desafios organizacionais que demandam estruturas de governança flexíveis e adaptativas (Neves et al., 2017). A gestão organizacional no contexto universitário deve equilibrar a inovação tecnológica com a gestão da informação, garantindo um modelo responsivo às mudanças institucionais e às demandas dos stakeholders (Wood & Agle, 1997). O uso de plataformas digitais para análise preditiva e automação de processos administrativos tem sido um diferencial na governança universitária (Yang et al., 2018). Além disso, a educação corporativa também se posiciona como fator-chave na gestão organizacional das universidades, permitindo o desenvolvimento de competências essenciais para a integração de tecnologias inteligentes ao ambiente acadêmico (Blackmore & Sachs, 2012; El-Tannir, 2002).

Os modelos conceituais oferecem uma estrutura teórica para compreender e aprimorar a gestão de Smart Campus. Modelos de classificação dos stakeholders, como os de Freeman (2018) e Mitchell et al. (1997), auxiliam na priorização de atores influentes no ambiente universitário. A gestão baseada em dados permite a construção de frameworks estruturados para otimizar processos e integrar decisões baseadas em evidências (Batini et al., 2009). O framework decisório para Smart Campus deve incorporar atributos como qualidade da informação, gestão colaborativa e transparência, promovendo uma governança mais eficaz (Davenport & Prusak, 1998).

Os Smart Campus representam ambientes educacionais dinâmicos, nos quais a interação entre usuários (alunos e professores) e dispositivos é mediada pela Internet das Coisas (IoT) (Hadwan et al., 2020). Estes ambientes são extensões dos Ambientes Inteligentes, projetados para fornecer suporte eficaz aos usuários, além de intensificar o conhecimento e minimizar erros no desenvolvimento de fluxos de trabalho (Augusto et al., 2022). Essa abordagem melhora o ensino, a pesquisa e o design dos módulos educacionais, garantindo que as universidades acompanhem os avanços mais recentes em tecnologia da informação e comunicação (Huang, 2021). Semelhantes às Smart Cities, os Smart Campus enfrentam desafios como a adaptação às mudanças climáticas, crescimento populacional e a necessidade de liderança colaborativa (Fachinelli et al., 2022).

Neste cenário, uma revisão sistemática da literatura pode auxiliar na identificação dos atributos, barreiras e desafios que impactam a gestão de

Smart Campus e influenciam o processo decisório, proporcionando uma base sólida para a construção de um modelo conceitual eficaz. A abordagem metodológica adotada neste estudo visa fornecer uma compreensão abrangente dos fatores críticos que afetam a implementação e a gestão de Smart Campus, contribuindo para o avanço e a inovação nas práticas educacionais e organizacionais. Dessa forma, a fundamentação teórica apresentada sustenta a necessidade de um modelo de tomada de decisão que integre tecnologia, gestão da informação e colaboração entre stakeholders, permitindo uma gestão universitária mais inovadora e eficiente.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa adota métodos descritivos, combinando análises qualitativas e quantitativas por meio de revisão sistemática da literatura (RSL) e análise de conteúdo. As fontes utilizadas para a RSL e a construção do modelo conceitual incluem IEEE, Web of Science, Science Direct, Google Acadêmico, Scopus, Emerald e DOAJ. O acesso foi realizado pelo Portal de Periódicos da Capes, autenticado via Acesso CAFe.

Definiu-se a estratégia de busca utilizando todas as ferramentas necessárias, como o tesouro e os operadores booleanos "AND" e "OR". A construção da estratégia de busca partiu dos termos chave da pesquisa, sendo *Smart Campus*, tomada de decisão e estratégia. Os termos foram considerados no singular e plural, e apenas o idioma inglês foi utilizado na elaboração da estratégia de busca.

Para a busca foram considerados critérios em todas as bases de dados, sendo estes: (i) data da busca em 17 de agosto de 2023 e atualização dos resultados em 02 de novembro de 2023; (ii) o período temporal considerou de 2019 à 2023; (iii) tipo de documentos, considerando somente os "artigos"; e (iv) artigos "Revisado por pares".

Na Tabela 1 estão descritos maiores detalhes da busca, um panorama geral sobre as bases de dados pesquisas, período, filtro por subárea e tipo de material, assim como o resultado obtido.

**Tabela 1**

*Panorama da busca nas bases de dados*

Base de dados	Termos	Período	Resultados 17/08/2023	Filtro por subáreas da base	Tipo do material
IEEE	("Smart Campus" OR "Smart Campus" OR "college Campus") AND decision making	2019-2023	14	educational institutions; decision making; teaching	Artigo
Web of Science - Core Collection	((("Smart Campus" OR "Smart Campus" OR "college Campus") AND decision making AND (strategy OR strategie OR strategies))	2019-2023	16	--	Artigo
Scopus	((("Smart Campus" OR "Smart Campus" OR "college Campus") AND decision AND making AND (strategy	2019-2023	10	Social Science e Decision Science	Artigo

	OR strategie OR strategies))				
Emerald	("Smart Campus" OR "Smart Campus") AND decisión	2019-2023	44	--	Artigo
Science direct	((("Smart Campus" OR "Smart Campus" OR "college Campus") AND decision making AND (strategy OR strategie OR strategies))	2019-2023	16	--	Artigo
DOAJ	("Smart Campus" OR "Smart Campus")	2019-2023	6	Social Science	Artigo
Google acadêmico	((("Smart Campus" OR "Smart Campus") AND decision making AND (strategy OR strategies) AND barriers))	2019-2023	213	--	Artigo de revisão

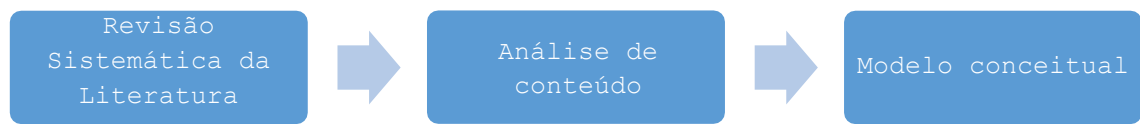
Nas bases Web of Science e Scopus, a busca foi realizada no campo "tópicos", que inclui o título, resumo e palavra-chave. As bases de dados foram escolhidas por serem reconhecidas internacionalmente e categorizadas nas áreas multidisciplinar (Web of science, Science Direct, Google Acadêmico, Scopus e DOAJ), de tecnologia (IEEE), e de administração e negócios (Emerald). Elas fornecem o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento da pesquisa, a partir da estratégia de busca aplicada para localizar e identificar as bibliografias.

Além disso, a escolha e seleção dessas bases de dados passou pelo critério de relevância e pertinência com o tema foco da pesquisa, e a possibilidade de recuperação por subtópicos/subáreas, possibilitando chegar nos termos-chaves de interesse.

A Figura 1 resume o desenho da pesquisa aplicada: uma RSL, a análise de conteúdo e uma proposta de modelo conceitual.

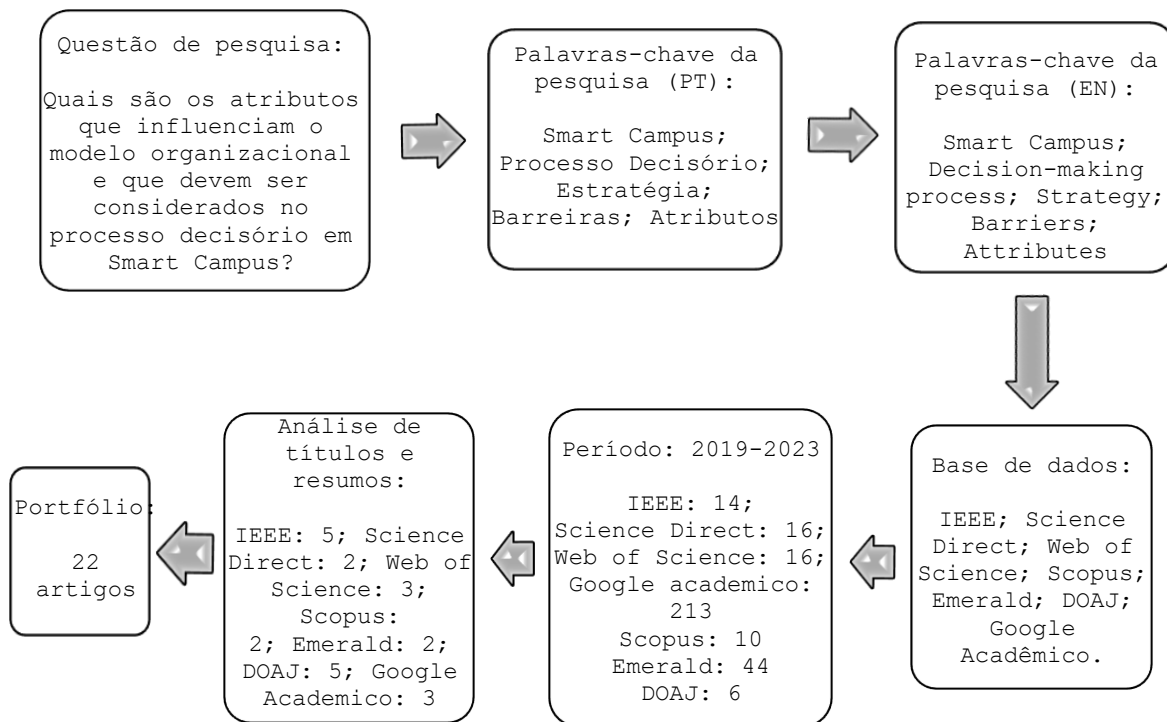
**Figura 1**

Etapa 1: Revisão Sistemática da Literatura



Na etapa da revisão sistemática de literatura, foi utilizado o protocolo que orientou e forneceu o embasamento para o desenvolvimento e aplicação da RSL. Na Figura 2 é possível visualizar a descrição das etapas do protocolo.

**Figura 2**  
 Protocolo RSL

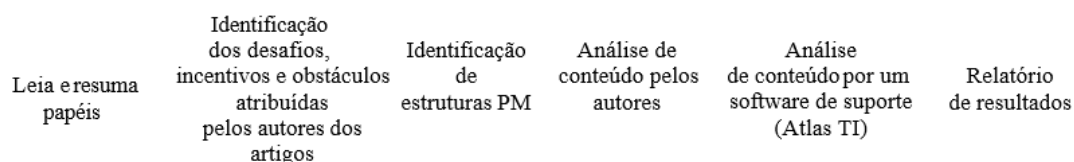


O protocolo RSL tem como objetivo identificar trabalhos que abordem os atributos e serem considerados em um Smart Campus. Este protocolo fornece um portfólio de artigos com base em dois critérios: o tema central do artigo deve estar relacionado a Smart Campus ou campus inteligente, bem como englobar uma perspectiva sobre os atributos adequados para o processo decisório. Um artigo coletado é excluído se não atender a esses parâmetros.

### 3.1 Análise de Conteúdo

A análise de conteúdo apoia a identificação e análise de atributos que influenciam os modelos organizacionais e que devem ser considerados no processo decisório em Smart Campus. A Figura 3 resume o procedimento de análise de conteúdo.

**Figura 3**  
 Análise de Conteúdo



Na análise de conteúdo, serão apresentados os resultados, examinando os atributos, barreiras e desafios que influenciam o desenvolvimento de Smart Campus e impactam o processo decisório nesse contexto. A análise foi conduzida por meio da leitura detalhada dos textos e da categorização qualitativa com o software Atlas.ti, permitindo a extração e organização dos principais

fatores críticos. Utilizando o método de Classificação Hierárquica Descendente (CHD), os dados foram organizados e categorizados pelo software, conforme detalhado no Anexo I. Os padrões identificados na CHD serviram de base para estruturar o Modelo Conceitual, sintetizando as principais influências na gestão de Smart Campus.

A combinação da investigação manual com a análise via Atlas.ti proporciona uma compreensão aprofundada dos fatores críticos que influenciam a gestão e implementação de Smart Campus. Assim, este estudo oferece uma oportunidade para explorar o processo de tomada de decisão como um escopo adicional a ser investigado.

Os resultados obtidos na Análise de Conteúdo foram fundamentais para estruturar a etapa seguinte da pesquisa. A categorização dos fatores identificados, realizada pelo Atlas.ti, permitiu reconhecer padrões e inter-relações entre os elementos analisados. Essas categorias emergentes serviram de base para a formulação do Modelo Conceitual, que sintetiza as principais influências na gestão de Smart Campus e na tomada de decisão nesse contexto. Além disso, a identificação de stakeholders-chave e suas interações possibilitou uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas institucionais, garantindo que o modelo proposto seja aplicável à realidade dos gestores acadêmicos.

A partir dessas análises, a Etapa 3 se dedicou à estruturação de um modelo que represente visualmente essas conexões, facilitando sua interpretação e aplicação estratégica.

### **3.2 Modelo Conceitual**

Com base nos resultados obtidos na Etapa 2, foi desenvolvido um Modelo Conceitual que sintetiza os principais atributos, barreiras e desafios que influenciam a governança de Smart Campus. Além disso, o modelo incorpora o papel dos stakeholders e das tecnologias de suporte para sua implementação eficiente. A construção do modelo foi guiada por um percurso estruturado, assegurando coerência e aplicabilidade aos elementos identificados por meio da Análise de Conteúdo.

O processo de construção do modelo seguiu um percurso estruturado que envolveu a identificação dos componentes-chave, a definição das relações entre esses elementos, a elaboração de uma representação gráfica e a validação por especialistas. Inicialmente, foram selecionados os elementos mais relevantes que afetam a governança e o desenvolvimento de Smart Campus, incluindo atributos críticos como interoperabilidade de sistemas, escalabilidade e segurança da informação. Além disso, foram consideradas barreiras institucionais, como resistência à mudança e restrições orçamentárias, bem como desafios estratégicos que exigem a formulação de políticas de governança digital e a integração de tecnologias emergentes. A compreensão dessas interações é fundamental para estruturar um modelo decisório robusto e aplicável a diferentes contextos acadêmicos.

A relação entre esses componentes foi analisada para compreender como atributos, barreiras e desafios afetam a tomada de decisão em um Smart Campus. Nesse sentido, foram identificadas relações causais e interdependências, evidenciando que barreiras institucionais podem dificultar a adoção de determinados atributos, enquanto a atuação estratégica dos stakeholders pode minimizar desafios e facilitar a implementação de soluções tecnológicas inovadoras. Esse mapeamento permitiu estruturar um modelo mais alinhado às necessidades institucionais e às práticas de governança digital.



Para facilitar a compreensão dessas interações, foi elaborada uma representação visual do Modelo Conceitual. Esse modelo se configura como uma ferramenta prática para gestores e pesquisadores, permitindo a visualização integrada dos fatores críticos que influenciam a governança de Smart Campus. Sua estrutura contribui para a formulação de estratégias mais eficazes, promovendo a inovação e a sustentabilidade nesses ambientes acadêmicos inteligentes.

A robustez e aplicabilidade do modelo serão asseguradas por meio de um processo de validação utilizando o método Delphi, que contará com a participação de especialistas na área. Esse procedimento permitirá a realização de refinamentos e melhorias, garantindo que o modelo esteja alinhado às necessidades reais da gestão de Smart Campus e possa ser aplicado em diferentes cenários institucionais.

O Modelo Conceitual desenvolvido nesta etapa oferece uma abordagem prática e integrada para apoiar a governança e a tomada de decisão em Smart Campus, facilitando sua implementação em diferentes instituições. Esse modelo se mostra especialmente útil para gestores acadêmicos, pois auxilia na identificação de pontos críticos para a tomada de decisão, permitindo uma administração mais eficiente e estratégica dos recursos e iniciativas institucionais. Além disso, sua aplicabilidade estende-se às instituições de ensino, fornecendo suporte na implementação de estratégias sustentáveis que favorecem a integração de novas tecnologias e a modernização dos processos acadêmicos e administrativos.

Pesquisadores também se beneficiam desse modelo, visto que ele estabelece uma base estruturada para o desenvolvimento de estudos voltados à governança e inovação em Smart Campus, oferecendo uma abordagem analítica que permite explorar diferentes aspectos relacionados à adoção e gestão desses ambientes inteligentes. Além disso, stakeholders institucionais encontram no modelo um suporte fundamental para alinhar as necessidades dos diversos atores envolvidos, garantindo que a implementação de soluções tecnológicas seja viável e atenda aos desafios específicos de cada instituição.

Ao estruturar os elementos essenciais que impactam a gestão de Smart Campus, o modelo não apenas sistematiza informações relevantes, mas também fornece um framework analítico que orienta estratégias de inovação e sustentabilidade. Dessa forma, contribui para uma gestão mais eficiente, promovendo a transformação digital e garantindo que as universidades e centros acadêmicos possam se adaptar às exigências do cenário contemporâneo de forma estratégica e bem fundamentada.

A Tabela 2 indica as principais informações de cada artigo coletado (identificação A1 - A22), incluindo título, autor(es), periódico publicado, ano e o método utilizado.

**Tabela 2**

*Panorama do portfólio*

	<b>Título</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Periódico</b>	<b>Ano</b>	<b>Método</b>
A1	Atomada de decisão baseada em atributos que influenciam a compra de máquinas agrícolas	Mello et al.	Saber Humano	2019	Questionário; Estatística descritiva
A2	Smart Campus® as a living lab on Sustainability indicators	Negreiros et al.	IEEE International Smart Cities Conference	2020	Dashboard; Sistema de monitoramento contínuo e

	monitoring				inteligente
A3	Smart Campus Model: A Literature Review	Imbar et al.	International Conference on ICT for Smart Society	2020	Revisão de literatura
A4	Uma análise dos atributos importantes no processo de decisão de compra de notebooks utilizando Análise fatorial e escalonamento Multidimensional	Vieira & Slongo	Revista de Administração Mackenzie	2006	Pesquisa exploratória-qualitativa; Entrevista; Análise factorial; Escalonamento multidimensional
A5	Smart Campus: extensive review of the last decade of research and current challenges	Chagnon-Lessard et al.	IEEE Access	2021	Extensa análise da literatura científica sobre campi inteligentes da última década (2010-2020)
A6	A Smart Campus framework: challenges and opportunities for education based on the sustainable development goals	Silva-da-Nóbrega et al.	Sustainability	2022	Pesquisa quantitativa descritiva exploratória por meio da Análise de Importância-Desempenho (IPA)
A7	The Making of Smart Campus: A Review and Conceptual Framework	Polin et al.	Buildings	2023	Revisão Sistemática da Literatura utilizando o protocolo PRISMA
A8	Optimizing Smart Campus Solutions: An Evidential Reasoning Decision Support Tool	Ahmed et al.	Smart Cities	2023	Revisão de literatura; Abordagem de raciocínio evidencial (ER) com Python
A9	The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More	Tavares et al.	Society	2022	Revisão Sistemática de Literatura
A10	Towards a Smart Campus: supporting campus decisions with Internet of Things applications	Valks et al.	Building Research & Information	2020	Revisão de literatura; Estudo de caso
A11	Smart Campus – A sketch	Min-Allah & Alrashed	Sustainable Cities and Society	2020	Revisão de literatura
A12	A study on posture - based teacher -student behavioral engagement	Zhao et al.	Sustainable Cities and Society	2021	Modelo de árvore de decisão baseado em árvore de

	pattern				classificação e regressão (CART)
A13	Smart Campus: definition, framework, technologies, and services	Dong et al.	IET Smart Cities	2020	Revisão integral das tecnologias de apoio e das propostas existentes de Smart Campuss
A14	Towards Smart Campus Management: defining information requirements for decision making through dashboard Design	Valks et al.	Buildings	2021(a)	Dashboards; Briefing
A15	Supporting strategic decision-making on the future campus with space utilization studies: a case study	Valks et al.	Property Management	2021 (b)	Medições de uso do espaço realizadas na TU Delft nos últimos cinco anos
A16	A determination of the smartness level of university Campus: the Smart Availability Scale (SAS)	Samancioglu & Nuere	Journal of Engineering and Applied Science	2023	Revisão de literatura; Estudo de caso com avaliações pós-ocupação (POEs)
A17	A multi-attribute utility decision support tool for a Smart Campus-UAE as a case study	Ahmed, V. et al.	Frontiers in Built Environment	2022	Revisão de Literatura; Pesquisa envolvendo uma amostra; Análise AHP
A18	Smart Campus tools - adding value to the university campus by measuring space use real-time	Valks, et al.	Jornal de Imóveis Corporativos	2018	Questionário; Entrevista semi-estruturada.
A19	An Investigation into stakeholders' perception of Smart Campus criteria: the American University	Ahmed et al.	Sustainability	2020	Pesquisa exploratória, quantitativa e qualitativa; Estudo de caso; Revisão de literatura

	of Sharjah as a case study				
A20	Facilitating successful Smart Campus transitions: a systems	Awuzie et al.	Applied Sciences	2021	Revisão de literatura
A21	Automating students' decision processes in a Smart Campus	Opranescu et al.	International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering	2023	Estudo de caso; Revisão Sistemática da Literatura (RSL)
A22	Teaching Performance Evaluation in Smart Campus	Xu et al.	IEEE Access	2018	Revisão Sistemática da Literatura (RSL); Sistema de avaliação de desempenho

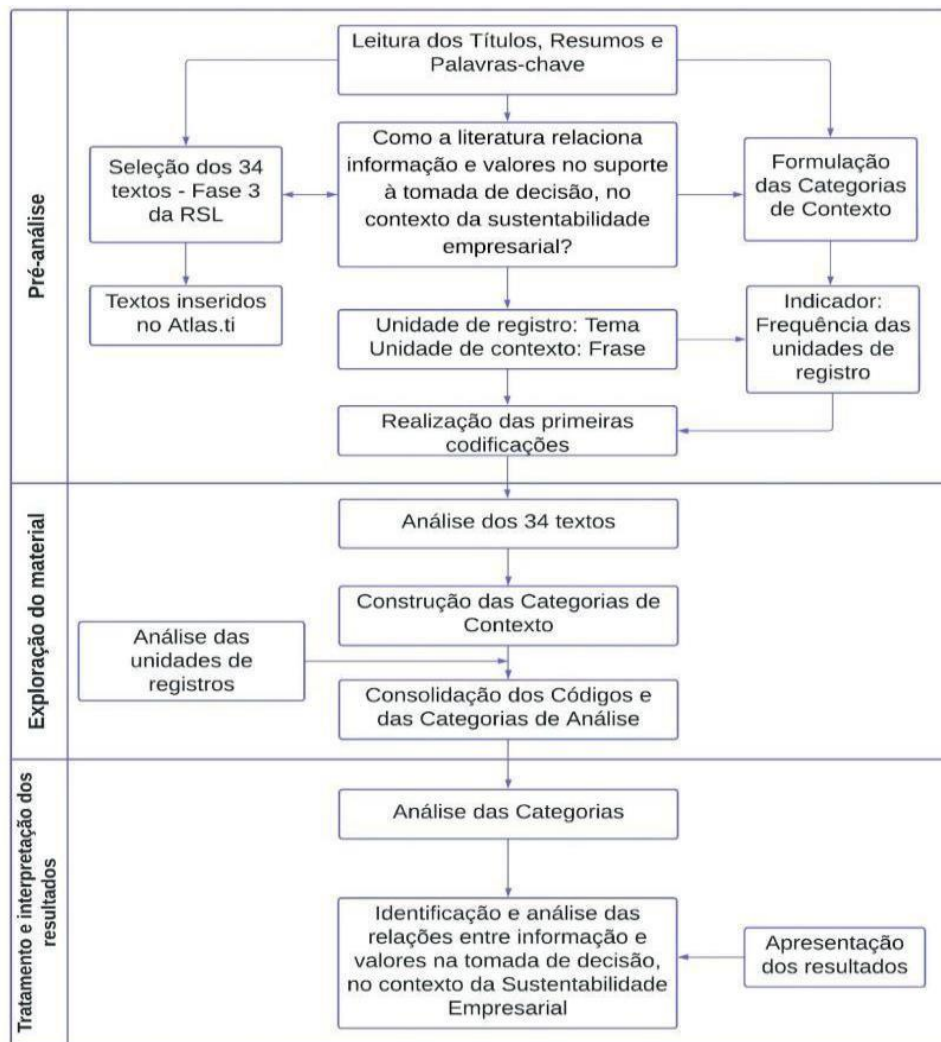
### 3.3 Análise de Conteúdo

A Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2016), emprega métodos sistemáticos no intuito de descrever o conteúdo das informações, a partir de indicadores (quantitativos ou não), permitindo, assim, realizar interpretações baseadas nas classificações dos componentes das mensagens analisadas.

A análise de conteúdo foi apoiada pela utilização do software Atlas.ti, e suas fases se organizaram em três etapas: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados e interpretações, conforme demonstrado na Figura 4.

**Figura 4**

*Etapas e procedimentos da análise de conteúdo*



A fase inicial de pré-análise compreendeu a leitura preliminar dos títulos, resumos e palavras-chave dos textos, seguida pela organização no software Atlas.ti. Durante esse processo, o "tema" foi estabelecido como a unidade de registro para codificação, identificado por palavras-chave representativas dos códigos associados. As "frases" foram designadas como unidades de contexto, destinadas a fornecer esclarecimentos sobre as unidades de registro. Além disso, foram formulados indicadores e estabelecidas categorias de contexto, com base nas análises preliminares. É importante destacar que a elaboração dos indicadores seguiu o critério do "objeto de referência citado", que pressupõe que quanto mais frequente for o objeto nas mensagens, maior será sua relevância (Bardin, 2016).

A exploração do material envolveu a análise e codificação completa de todos os textos do portfólio bibliográfico. A partir dessa codificação, as unidades de registro foram agrupadas e relacionadas por tópicos semelhantes, resultando na formação de categorias de análise. É relevante mencionar que uma análise de conteúdo engloba categorias de duas naturezas: Categorias de Contexto e Categorias de Análise. As categorias de contexto são amplas e definem-se pelo seu relacionamento com a questão e os objetivos de pesquisa, enquanto as categorias de análise correspondem a subdivisões das categorias

de contexto em partes analisáveis (Bardin, 2016). Na presente Revisão Sistemática da Literatura (RSL), as categorias de contexto foram definidas durante a etapa de pré-análise, enquanto as categorias de análise foram identificadas durante a fase de exploração do material.

Por fim, o tratamento dos resultados foi caracterizado pela exploração, comparação e análise das categorias, unidades de registro e de contexto, permitindo a interpretação e atribuição de significado aos dados (Creswell, 2014).

## **4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1 Categorias de Contexto**

As categorias de contexto, como mencionado anteriormente, são definidas pela sua amplitude e relevância para a questão e os objetivos da pesquisa. Com base nas análises descritivas apresentadas nesta etapa preliminar, e em consonância com os objetivos deste estudo, foram identificadas cinco categorias de contexto: (i) Smart Campus; (ii) Processo Decisório; (iii); Atributos; (iv) Desafios; e (v) Barreiras.

Concluídos os procedimentos preliminares de análise textual, o próximo passo envolve a exploração do material, que é identificada na análise de conteúdo através da realização de codificações, associação dos códigos às categorias de contexto e subdivisão das categorias de contexto em categorias de análise, conforme detalhado na próxima subseção.

### **4.2 Exploração do material**

A etapa de exploração do material teve início com a releitura e a codificação abrangente dos textos. Esse processo envolveu a seleção criteriosa, a análise profunda e a interpretação dos dados, empregando a codificação de segmentos textuais para identificar e atribuir significados às relações pertinentes aos objetivos da pesquisa (Bardin, 2016).

A codificação transforma dados brutos em informações, organizando e categorizando os diferentes trechos textuais com base em suas similaridades, o que permite identificar padrões no conteúdo examinado. Dessa forma, a frequência de ocorrência dos códigos possibilita uma análise heurística, que, ao ser visualizada graficamente, oferece uma representação do constructo final da codificação e fornece subsídios para a formulação das categorias de análise.

A codificação dos artigos resultou em cinco códigos distintos, dos quais, os mais recorrentes e representativos da análise estão apresentados na Figura 5. Frisa-se que os códigos foram nomeados, individualmente, em língua portuguesa, conforme recurso disponibilizado pelo software Atlas.ti. Na referida figura, códigos maiores e mais centralizados indicam maior frequência de ocorrência nos textos.

A Figura 5 (nuvem de palavra) destaca, principalmente, 5 categorias: Smart Campus; Processo Decisório; Atributos; Desafios e Barreiras.

Os três primeiros códigos fazem parte da estratégia de busca utilizada nas bases para recuperação dos artigos, e se relacionam diretamente com o problema desta pesquisa, razão pela qual aparecem com maior Frequência.

**Figura 5**

Análise heurística da codificação



#### 4.3 Atributos

Mattoni et al. (2016) desenvolveram uma metodologia de tomada de decisão para o desenvolvimento de um Smart Campus, considerando as influências mútuas entre os diferentes aspectos desse conceito e priorizando fatores diversos. Complementando essa abordagem, Majeed e Ali (2018) propuseram um modelo que explora os efeitos da IoT e da computação em nuvem na ampliação dos recursos tecnológicos e na conectividade dos dispositivos nos campi. Esses estudos fornecem insights relevantes sobre os atributos que influenciam a gestão e implementação de Smart Campus e devem ser levados em conta no processo decisório.

A literatura destaca que a identificação de tecnologias facilitadoras é essencial para a sustentação de um Smart Campus. Sensores, plataformas de análise de dados e redes de comunicação figuram entre os elementos-chave, juntamente com fatores estratégicos como custos de implementação, operação e manutenção, duração do projeto, disponibilidade de recursos e benefícios percebidos pelas partes interessadas (Karam, 2020). Além disso, ferramentas de apoio à decisão são apontadas como indispensáveis para determinar aplicações inteligentes adequadas a contextos específicos, considerando variáveis como localização, cultura e custos (Prandi et al., 2020). Métodos multicritérios e a abordagem de raciocínio evidencial (ER) também são mencionados como alternativas robustas para lidar com desafios estratégicos (Sun et al., 2017).

Vieira e Slongo (2006) analisaram atributos importantes no processo de decisão de compra por meio de uma pesquisa com 131 participantes, utilizando análise fatorial exploratória. Identificaram 24 atributos agrupados em cinco dimensões: prazer e benefícios, características do produto, desempenho, atenção e operacionalidade. Esses resultados têm implicações práticas, podendo auxiliar na formulação de estratégias de marketing direcionadas.

Omotayo et al. (2021) reforçam a importância dos atributos na tomada de decisão, explorando sua classificação em termos de relevância para os consumidores e destacando fatores sociais, culturais, pessoais e psicológicos que moldam as percepções sobre esses atributos. Eles também apontam como tais



características influenciam estratégias de mercado e posicionamento competitivo.

A literatura sobre Smart Campus identifica uma ampla gama de atributos que influenciam a gestão e a eficiência desses ambientes, como a capacidade de personalização de serviços, a conectividade robusta entre recursos operacionais e transacionais e o investimento em infraestrutura tecnológica. Outros elementos incluem a sensibilidade ao contexto, o uso de algoritmos para recomendações inteligentes e a garantia de continuidade dos negócios diante de interrupções. Esses atributos são fundamentais para decisões estratégicas e para a eficiência administrativa.

Ahmed et al. (2020) abordam a análise e classificação dos atributos conforme critérios teóricos, destacando mapas perceptuais e aspectos sociais, culturais e psicológicos que influenciam o processo decisório. Esses fatores são essenciais para identificar os atributos mais relevantes segundo a perspectiva dos stakeholders, auxiliando no desenvolvimento de estratégias e decisões alinhadas às necessidades institucionais.

Por fim, Coccoli et al. (2015) enfatizam que a identificação e avaliação de atributos são cruciais para transformar campi tradicionais em Smart Campus. Eles destacam dimensões como educação, meio ambiente, gestão e tecnologia, alinhando necessidades institucionais com paradigmas educacionais inovadores. A construção de um modelo eficaz depende da integração de elementos como comunicação de dados, processamento inteligente e recomendações personalizadas, que, juntos, otimizam o processo decisório e promovem uma gestão eficiente.

A Figura 6 apresenta os principais atributos identificados no processo decisório no contexto do ambiente Smart Campus.

**Figura 6**  
Atributos





Os atributos identificados para o processo decisório em Smart Campus possuem aplicações práticas em ambientes universitários inteligentes. A conectividade robusta é um dos fatores essenciais, pois redes de alta performance, como a fibra óptica, garantem a transmissão de dados sem interrupções, viabilizando plataformas de ensino a distância e análises acadêmicas em tempo real. A segurança da informação também se destaca, com soluções baseadas em blockchain que asseguram a autenticidade de registros acadêmicos e protegem dados sensíveis de estudantes e da administração, especialmente em instituições que priorizam a privacidade. Além disso, a sustentabilidade ambiental é fortalecida pelo uso de sensores IoT, que monitoram em tempo real o consumo de energia e ajustam automaticamente as configurações de climatização e iluminação para maior eficiência.

Outro aspecto fundamental é a gestão integrada de recursos, onde sistemas de gerenciamento inteligente alocam automaticamente salas de aula e laboratórios conforme a demanda em tempo real, otimizando o uso do espaço. Um exemplo prático dessa aplicação pode ser observado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que alcançou economia significativa ao adotar um sistema de alocação dinâmica (Wronski, 2007). Além disso, a UFRGS realizou estudos sobre alocação dinâmica de tarefas em redes em chip (NoCs), buscando otimizar o consumo energético em sistemas computacionais. Essas iniciativas refletem a preocupação dessas instituições com a eficiência e a sustentabilidade em suas operações.

Esses exemplos demonstram de maneira concreta como os atributos identificados influenciam a tomada de decisão e a gestão eficiente em um Smart Campus, assegurando maior inovação e otimização dos recursos institucionais.

#### **4.4 Desafios**

Liu, et al. (2017) destacam desafios no processo decisório, como a avaliação de múltiplos critérios, a consideração de restrições diversas e a otimização de objetivos. Métodos como programação linear e inteligência artificial são sugeridos como ferramentas para superar essas dificuldades.

Na pesquisa de Pribyl et al. (2018), a seleção de projetos e a alocação de recursos são analisadas com ênfase na gestão de riscos e incertezas ao longo do processo de tomada de decisão.

Já Adamkó et al. (2017) identificam os desafios relacionados à introdução de novas tecnologias, destacando fatores como custos de implementação e operação, impacto social e ambiental e considerações éticas. A decomposição do problema decisório em componentes fundamentais é vista como essencial para auxiliar universidades a fazer escolhas informadas.

A transição de um campus tradicional para um Smart Campus é reconhecidamente complexa, envolvendo múltiplos critérios, sistemas incompatíveis e gestão de riscos. Ahmed et al. (2022) enumeram sete desafios principais, incluindo a seleção de tecnologias adequadas e a integração de plataformas digitais.

Valks et al. (2020) destacam os desafios relacionados à implementação de tecnologias IoT, como coleta, análise e segurança de dados, e ressaltam a necessidade de ferramentas de apoio à decisão para lidar com a complexidade dessas informações.

No trabalho de Omotayo et al. (2021), são enfatizados os custos operacionais e os desafios de adaptação, sugerindo que a identificação de fatores críticos de sucesso, como custo e duração do projeto, é fundamental para o desenvolvimento de sistemas de apoio eficazes.

Coccoli et al. (2015) apontam a integração de plataformas digitais e questões de governança como desafios significativos. Também ressaltam a subutilização de conhecimento e a necessidade de otimizar a satisfação dos stakeholders.

Desafios adicionais incluem a gestão de grandes volumes de solicitações, o uso de big data para melhorar serviços educacionais, a redução de custos e o aumento da eficiência administrativa. Avaliar o desempenho docente de forma científica, com base em informações de ensino e interações, também é essencial.

Esses desafios afetam diretamente a gestão e estruturação dos Smart Campus, exigindo a adoção de tecnologias como IoT, big data e computação em nuvem para melhorar a eficiência, flexibilidade e qualidade dos serviços educacionais. No processo decisório em Smart Campus, a consideração desses desafios é indispensável para garantir a integração efetiva de tecnologias, a avaliação adequada do desempenho e a contínua evolução dos serviços.

**Figura 7**  
Desafios



As universidades brasileiras vêm enfrentando desafios tecnológicos de forma proativa, implementando soluções inovadoras para melhorar a eficiência e a gestão institucional. A gestão de grandes volumes de dados, por exemplo, tem sido aprimorada com plataformas de análise em tempo real, como demonstrado pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), que desenvolveu uma solução

baseada em inteligência artificial para prever riscos de evasão e retenção de estudantes, auxiliando na gestão dos cursos de graduação. No campo da sustentabilidade ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) desenvolveu um sistema de controle utilizando recursos de IoT para integrar a iluminação e a climatização em ambientes acadêmicos (Scharlau, 2021). Os resultados mostraram uma redução significativa no consumo de energia, demonstrando a viabilidade de utilizar tecnologias de IoT para otimizar o uso de recursos em ambientes universitários.

A integração de sistemas também tem sido um ponto central para a modernização das instituições. A Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) desenvolveu uma plataforma de integração de middleware para computação ubíqua, permitindo a interoperabilidade entre sistemas desenvolvidos de modo independente (Lopes, 2011). Essa solução possibilita a integração de serviços providos por diferentes plataformas, incluindo sistemas legados e novos, facilitando o desenvolvimento de aplicações mais complexas e exigentes. Além disso, a aceitação de mudanças tecnológicas se torna mais eficaz quando há o envolvimento direto dos stakeholders. A Universidade Federal do Rio Grande (FURG) participa ativamente da Rede MCTI/Embrapii de Tecnologia e Inovação Digital (TID), cuja estrutura de governança inclui comitês técnicos e um conselho consultivo (ITEC FURG, n.d.). Com representantes de associações empresariais, órgãos governamentais e organizações sociais, essa iniciativa busca promover a cooperação científica e tecnológica entre as instituições participantes, alinhando as ofertas de infraestrutura às demandas tecnológicas da indústria nacional.

Esses exemplos práticos demonstram como as universidades podem adotar abordagens inovadoras para superar desafios e impulsionar a transformação digital, garantindo maior eficiência operacional e um ambiente acadêmico mais moderno e sustentável.

#### **4.5 Barreiras**

Valks et al. (2020) apontam barreiras enfrentadas por universidades, como a pressão sobre recursos devido ao envelhecimento das instalações e ao desenvolvimento organizacional. Estudos sobre a utilização do espaço têm papel estratégico ao informar decisões sobre tipo e escala de instalações necessárias. Além disso, diferenças na percepção da importância de critérios entre stakeholders podem dificultar o processo decisório. Assim, ferramentas que incorporem impacto social, ambiental e considerações éticas são fundamentais para decisões mais informadas.

Entre as barreiras descritas, destacam-se as culturais, que dificultam a transição para ambientes Smart Campus. A sensibilização tecnológica, o suporte adequado de TI (Tecnologia da Informação) e o engajamento de usuários são aspectos críticos para superar esses desafios e garantir uma transição eficaz (Valks et al., 2020).

A pesquisa de Mattoni et al. (2016), identificou outros entraves, como o aumento de solicitações de usuários, o que exige maior eficiência no tempo de resposta. A redução da intervenção humana em tarefas repetitivas, por meio de técnicas inovadoras, é essencial para minimizar erros e melhorar os processos. Os autores também destacam a necessidade de atualizar ferramentas e práticas educacionais para acompanhar as exigências do novo modelo.

Essas barreiras afetam diretamente a gestão e a implementação de Smart Campus, dificultando a integração de tecnologias e a satisfação dos stakeholders. Custos operacionais elevados, como despesas com pessoal,

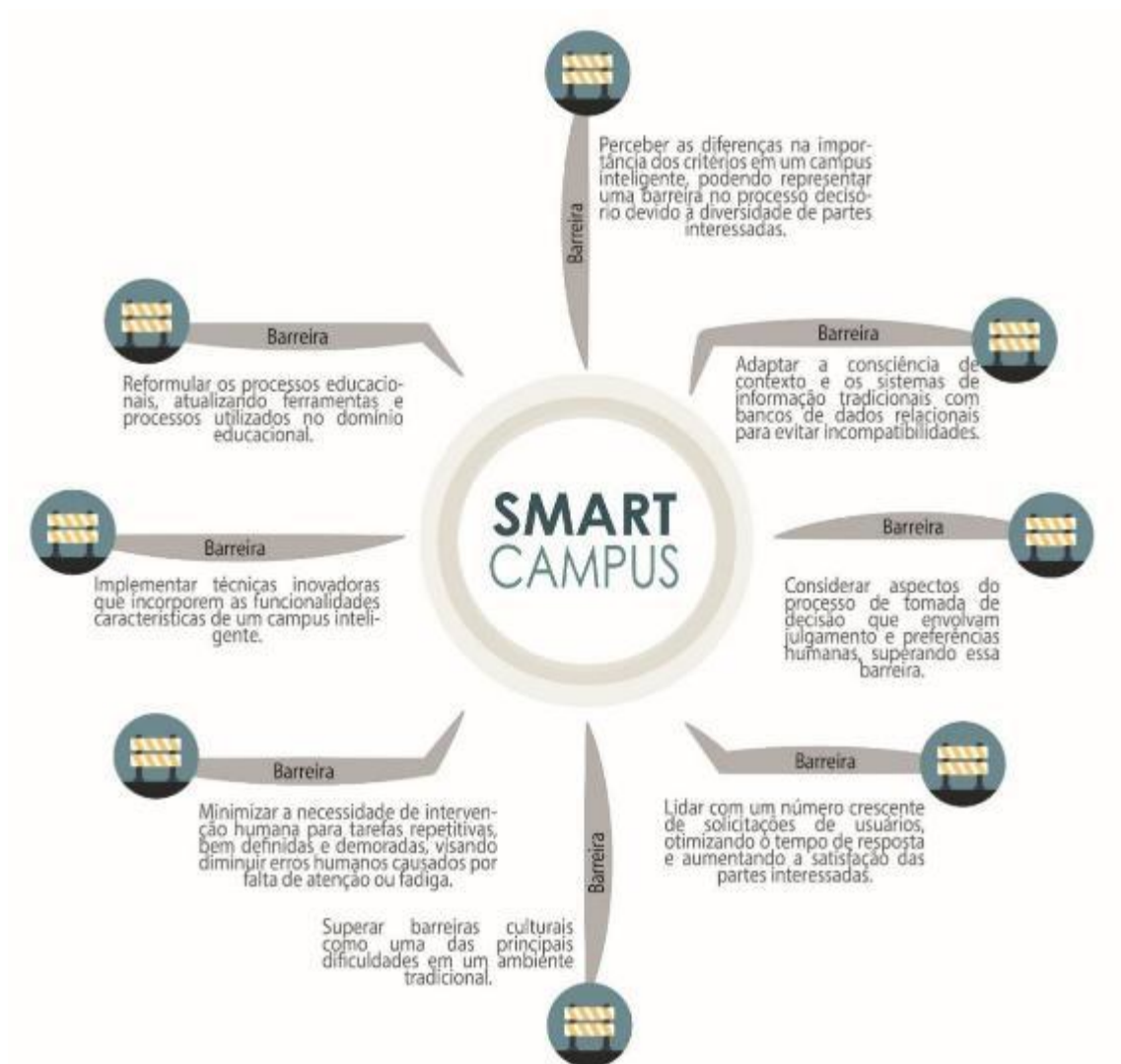
energia e segurança, são apontados como fatores críticos que influenciam a viabilidade da transição. Além disso, desafios relacionados à sustentabilidade das instalações exigem atenção especial para reduzir o consumo de recursos e minimizar impactos adversos, como a produção de resíduos.

Uma abordagem holística é essencial para enfrentar barreiras tecnológicas, sociais, organizacionais e ambientais. Questões como resistência à mudança, conscientização de stakeholders, adequação da infraestrutura tecnológica e conformidade regulatória também emergem como aspectos críticos que devem ser cuidadosamente avaliados no processo decisório.

Valks et al. (2020) ressaltam que a pressão por recursos limita investimentos em infraestrutura, tornando essencial um planejamento estratégico baseado em dados robustos. Já Mattoni et al. (2016) enfatizam a importância de superar incompatibilidades entre sistemas tradicionais e novos paradigmas tecnológicos. Ambas as abordagens convergem para a necessidade de reduzir barreiras culturais e adotar soluções inovadoras que sustentem a transição para Smart Campus.

Os estudos citados identificam oito barreiras principais: divergências na percepção de critérios entre stakeholders, incompatibilidade com sistemas tradicionais, influência de preferências humanas no processo decisório, barreiras culturais, aumento das demandas dos usuários, necessidade de automação em tarefas repetitivas, uso de técnicas inovadoras para funcionalidades inteligentes e atualização de ferramentas e processos educacionais. A superação dessas barreiras é fundamental para garantir uma transição bem-sucedida e otimizar os benefícios tecnológicos e organizacionais em Smart Campus.

**Figura 8**  
Barreiras



As barreiras identificadas no processo de implementação de um Smart Campus, como a complexidade da transição e a resistência à mudança, podem ser eliminadas ou minimizadas através de abordagens práticas e estratégicas. A seguir, são apresentados exemplos de como algumas das barreiras podem ser superadas:

a) Resistência à mudança

Para mitigar essa barreira, as universidades podem adotar programas de capacitação e workshops voltados para a conscientização e o treinamento dos stakeholders. Um exemplo concreto é a Universidade Federal da Bahia (UFBA), que investiu em iniciativas de capacitação digital para professores, alunos e funcionários, facilitando a adoção de novas tecnologias e promovendo uma transição mais suave para o ambiente digital do Smart Campus (UFBA, 2020).

b) Custos operacionais elevados

Os altos custos de implementação podem ser reduzidos com parcerias público-privadas (PPPs) e financiamentos externos. A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) exemplifica essa estratégia ao estabelecer uma

colaboração com a Eletrobras para otimizar a eficiência energética no campus (Unicamp, 2019). Essa parceria resultou na redução de despesas com infraestrutura e impulsionou a sustentabilidade da instituição.

c) Incompatibilidade entre sistemas de informação

A integração de sistemas legados com novas plataformas pode ser facilitada pelo uso de plataformas abertas e APIs (Interfaces de Programação de Aplicações). A Universidade Federal de Lavras (UFLA) demonstrou essa possibilidade ao desenvolver um sistema de inteligência artificial para prever padrões de evasão e retenção de estudantes (Andifes, 2023). Esse sistema foi integrado ao modelo acadêmico já existente, garantindo maior eficiência na gestão universitária e melhorando o acompanhamento dos alunos.

d) Segurança e privacidade de dados

A adoção de protocolos avançados de criptografia e autenticação multifatorial é essencial para garantir a proteção dos dados institucionais e acadêmicos. A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) implementou a tecnologia blockchain na emissão de diplomas digitais, assegurando autenticidade, proteção contra fraudes e conformidade com a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) (Instituto Nacional de Tecnologia da Informação, 2022). Essa inovação fortaleceu a segurança dos registros acadêmicos e simplificou a validação dos diplomas.

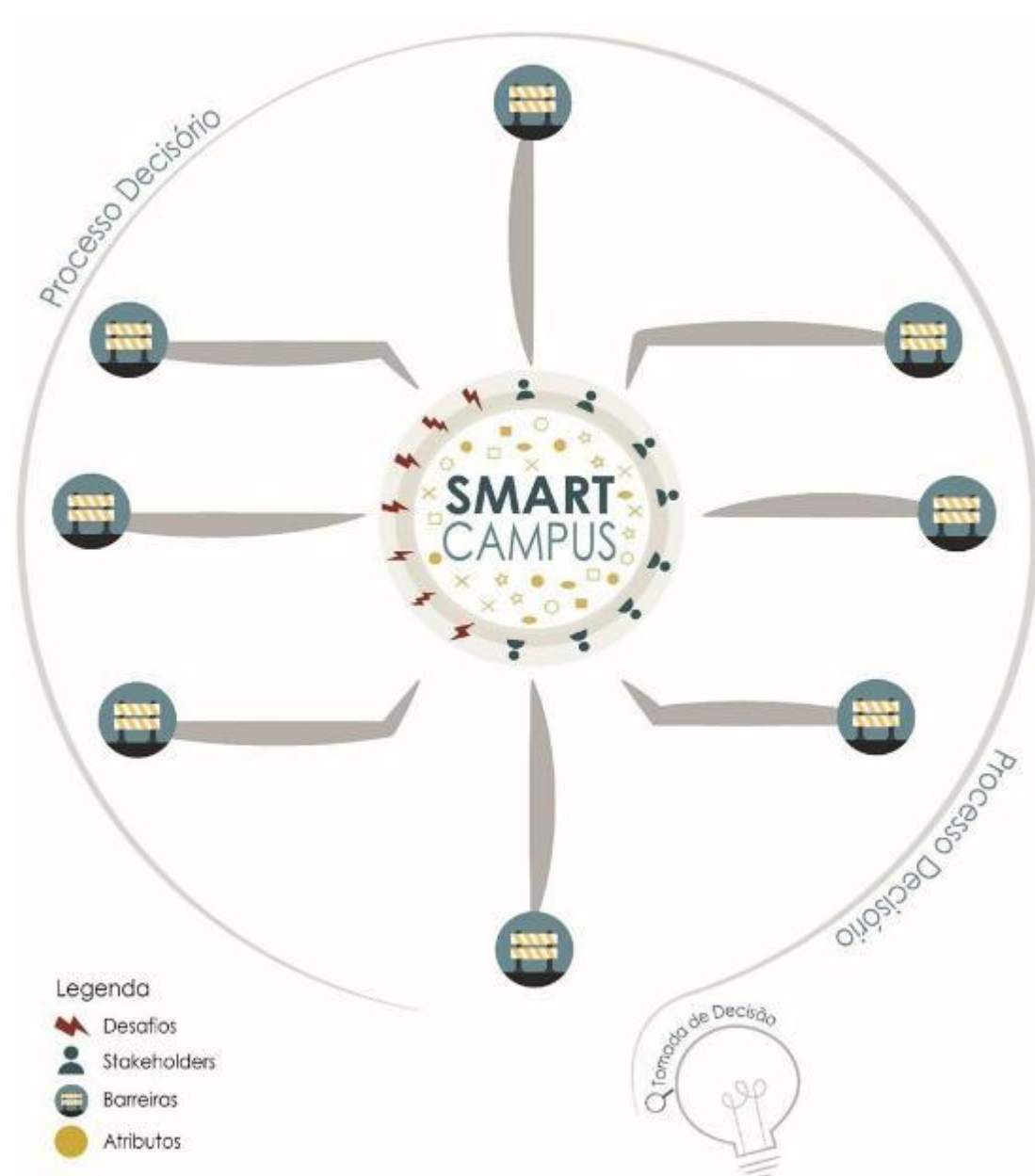
Esses exemplos demonstram que, apesar dos desafios, a digitalização e modernização das universidades são viáveis por meio de soluções práticas e estratégicas. As barreiras não devem ser vistas apenas como obstáculos, mas como oportunidades para inovação, tornando os Smart Campus mais eficientes, seguros e preparados para o futuro.

### **Etapa 3: Modelo Conceitual**

A Figura 9 apresenta um modelo conceitual para apoiar gestores e pesquisadores no projeto, implementação e revisão de atributos como suporte para o processo de tomada de decisão que influencia a gestão e o desenvolvimento de Smart Campus. A condução do processo decisório em um Smart Campus envolve desafios e barreiras que devem ser considerados para garantir a eficácia da implementação.



**Figura 9**  
*Modelo Conceitual*



O modelo conceitual proposto busca estruturar e explicar a interação entre os diferentes elementos que influenciam a gestão e a tomada de decisão em ambientes Smart Campus. Para isso, são considerados cinco componentes principais: atributos, barreiras, desafios, stakeholders e tecnologias de suporte. A proposta visa fornecer um framework analítico que auxilie gestores e tomadores de decisão na implementação e aprimoramento das estratégias de gestão em universidades.

Os atributos identificados representam fatores críticos que impactam a gestão e a eficiência de um Smart Campus. Dentre eles, destacam-se a conectividade e interoperabilidade, garantindo a integração de sistemas e a comunicação eficaz entre plataformas digitais; a segurança da informação e privacidade, asseguradas por medidas como criptografia e blockchain para proteção de dados sensíveis; a escalabilidade e adaptabilidade, permitindo a

expansão do Smart Campus sem comprometer a infraestrutura tecnológica; a governança colaborativa, promovendo o envolvimento de diferentes stakeholders na gestão institucional; e a sustentabilidade ambiental, impulsionada pelo uso de IoT e sensores para otimizar o consumo de energia e reduzir desperdícios. Um exemplo prático da aplicação desses atributos pode ser observado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que, em parceria com a Eletrobras, implementou um projeto de eficiência energética no campus Barão Geraldo. A modernização do sistema de iluminação pública, com a substituição de luminárias convencionais por LED e a adoção de um sistema de telegestão inteligente, ilustra como esses fatores podem otimizar recursos, promover sustentabilidade e fortalecer a governança colaborativa (Anibolete, 2022).

Apesar dos benefícios, a implementação de um Smart Campus enfrenta diversas barreiras, que dificultam sua adoção e manutenção. Entre os principais desafios, encontram-se a resistência à mudança, resultante da cultura organizacional tradicional; as limitações financeiras, que restringem o orçamento para inovações tecnológicas; a incompatibilidade de sistemas legados, dificultando a integração entre tecnologias antigas e novas plataformas; os desafios regulatórios e legais, relacionados à conformidade com normas de proteção de dados e privacidade; a infraestrutura inadequada, que limita a conectividade e a disponibilidade de equipamentos tecnológicos; a falta de capacitação, exigindo treinamentos contínuos para docentes, discentes e técnicos administrativos; e a governança fragmentada, caracterizada pelo desalinhamento estratégico entre setores institucionais. A Universidade Federal da Bahia (UFBA) superou a resistência à mudança ao investir em programas de capacitação digital para docentes e discentes, promovendo maior adesão às novas tecnologias e reduzindo a rejeição ao modelo de Smart Campus (Alves & Lopes, 2024). A instituição desenvolveu iniciativas voltadas à integração de plataformas digitais na educação, facilitando a adaptação ao ensino mediado por tecnologia. Essa abordagem demonstrou que a capacitação contínua e o suporte institucional são essenciais para garantir que a inovação tecnológica seja amplamente adotada, promovendo um ecossistema universitário mais dinâmico e digitalmente integrado (Alves & Lopes, 2024).

Além das barreiras, existem desafios relacionados à gestão de grandes volumes de dados, ao desenvolvimento de políticas eficazes de governança digital e à adoção de tecnologias emergentes. Estratégias para superação incluem o uso de Big Data e Analytics para apoiar a tomada de decisão, o investimento em Inteligência Artificial para automação de processos acadêmicos e administrativos e a implementação de modelos híbridos de governança que combinem participação ativa dos stakeholders e o uso de dashboards interativos. Um exemplo de sucesso na adoção dessas estratégias pode ser observado na Universidade Federal de Lavras (UFLA), que desenvolveu um sistema baseado em inteligência artificial para prever padrões de evasão e retenção de estudantes. Utilizando dados acadêmicos como coeficiente de rendimento, reprovações e trancamentos, a ferramenta identifica alunos em situação de risco com alta precisão, permitindo a adoção de medidas preventivas direcionadas. Essa iniciativa demonstra como a tecnologia pode contribuir para uma tomada de decisão mais assertiva, promovendo maior eficiência na gestão universitária e garantindo um ambiente acadêmico mais inclusivo e sustentável (Mendes, 2023).

Os stakeholders desempenham um papel essencial na governança do Smart Campus, influenciando diretamente a aceitação e implementação de novas tecnologias, a definição de políticas institucionais e a alocação de recursos



e investimentos estratégicos. Para fortalecer essa governança e garantir a adoção bem-sucedida das inovações, uma estratégia eficaz é a criação de comitês consultivos multidisciplinares. Compostos por gestores acadêmicos, docentes, discentes, equipes de TI e setor administrativo, esses comitês promovem uma abordagem colaborativa e participativa no processo decisório. Além de garantir um alinhamento mais preciso entre as necessidades institucionais e as soluções tecnológicas adotadas, essa estrutura reduz a resistência à mudança, facilita a identificação de desafios e oportunidades e assegura que os investimentos sejam direcionados estrategicamente, otimizando recursos e ampliando os benefícios para toda a comunidade acadêmica.

Por fim, as tecnologias emergentes desempenham um papel fundamental no suporte à gestão e tomada de decisão em um Smart Campus. Destacam-se, nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT), utilizada para o monitoramento de recursos e automação de processos acadêmicos; Big Data & Analytics, que permite a coleta e análise de dados para tomada de decisão estratégica; e o Blockchain, aplicado à segurança da informação e à gestão de credenciais acadêmicas. A implementação de blockchain, em particular, tem se mostrado uma solução inovadora para garantir a confiabilidade e transparência nos processos institucionais. Um exemplo prático é a iniciativa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que adotou essa tecnologia para a emissão de diplomas digitais. Com esse sistema, a universidade conseguiu reduzir fraudes, garantir a autenticidade dos certificados e agilizar o processo de certificação, eliminando a necessidade de documentos físicos. A solução, fornecida pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), permite que instituições e empregadores verifiquem facilmente a validade dos diplomas, promovendo maior segurança e eficiência na gestão acadêmica. Esse caso reforça o papel estratégico do blockchain como uma ferramenta essencial no ecossistema de Smart Campus, assegurando a integridade dos registros acadêmicos e contribuindo para uma administração universitária mais digital e confiável (Poquiviqui, 2022).

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo identificar os atributos, barreiras e desafios que impactam o desenvolvimento de Smart Campus e influenciam o processo decisório. A pesquisa, baseada em uma revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo, resultou na identificação de 11 atributos, 8 barreiras e 7 desafios que afetam esses ambientes acadêmicos. Os achados contribuem para o avanço do conhecimento ao estruturar fatores essenciais para a implementação eficaz de um Smart Campus, fornecendo uma abordagem fundamentada para sua gestão.

Além das contribuições teóricas, os resultados oferecem diretrizes práticas para gestores e tomadores de decisão em universidades e outras instituições acadêmicas. A identificação e categorização dos atributos servem como um referencial estratégico para desenvolver iniciativas que aprimorem a eficiência administrativa, promovam a integração tecnológica e melhorem a experiência acadêmica. A estrutura apresentada pode ser aplicada como ferramenta de planejamento, garantindo que a adoção de tecnologias e a implementação de novas práticas estejam alinhadas às necessidades institucionais.

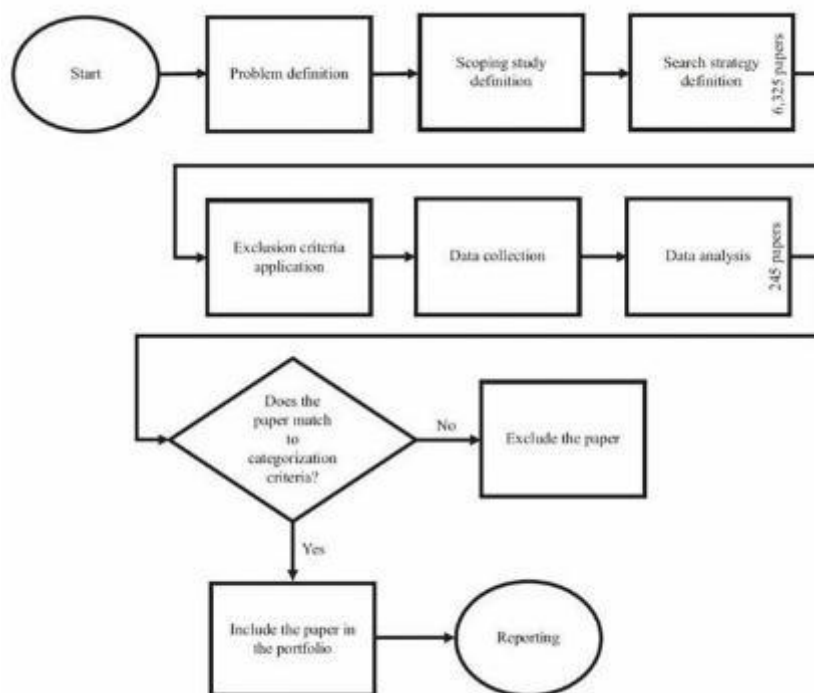
Apesar das contribuições deste estudo, algumas limitações devem ser consideradas. A revisão sistemática da literatura pode não ter capturado todas as nuances da implementação prática dos Smart Campus em diferentes

contextos institucionais. Além disso, a análise se baseou em dados secundários, tornando essencial que futuras pesquisas complementem esses achados por meio de estudos empíricos aprofundados, como entrevistas com gestores acadêmicos e stakeholders, além de estudos de caso em universidades que já implementaram estratégias alinhadas às diretrizes discutidas.

Para viabilizar a aplicação prática dos resultados, sugere-se que as universidades adotem estratégias específicas, como a criação de políticas institucionais que incorporem as diretrizes do estudo ao planejamento estratégico, a capacitação contínua de gestores e stakeholders para aprimorar a tomada de decisão diante dos desafios tecnológicos e organizacionais, a implementação progressiva de tecnologias inteligentes para facilitar a adaptação institucional e reduzir barreiras, além do monitoramento contínuo das mudanças por meio de indicadores de desempenho. Esse acompanhamento sistemático garantirá que as iniciativas implementadas estejam alinhadas aos objetivos institucionais e tragam benefícios concretos à comunidade acadêmica.

Em suma, este estudo reforça a importância de uma abordagem estruturada na gestão de Smart Campus, destacando a relevância dos atributos identificados, bem como das barreiras e desafios que influenciam o processo decisório. As contribuições teóricas e práticas apresentadas fornecem um suporte estratégico para gestores, permitindo o desenvolvimento de ambientes acadêmicos mais eficientes, inovadores e alinhados às demandas contemporâneas. Com a implementação das diretrizes propostas, espera-se que as universidades possam aprimorar seus processos administrativos e acadêmicos, promovendo um ecossistema mais inteligente, sustentável e tecnologicamente integrado.

#### ANEXO I: Classificação Hierárquica Descendente



Nota: Recuperado de Moura et al., 2019, p. 1379

## REFERÊNCIAS

- ABNT. (2021). *NBR ISO 37122: cidades e comunidades sustentáveis: indicadores para cidades inteligentes*. Rio de Janeiro, ABNT.
- Adamkó, A., Balázs, B., Krisztián, E., Attila, F., Nándor Kristóf, H., & Norbert, K-F. (2017). Smart Campus service link: Adaptation and interaction planes for campus and university environments. *2017 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 000271-000276.  
<https://doi.org/10.1109/CogInfoCom.2017.8268255>
- Ahmed, V., Abu Alnaaj, K., & Saboor, S. (2020). An Investigation into Stakeholders' Perception of Smart Campus Criteria: The American University of Sharjah as a Case Study. *Sustainability*, 12(12).  
<https://doi.org/10.3390/su12125187>
- Ahmed, V., Saboor, S., Ahmed, N., & Ghaly, M. (2022). A multi-attribute utility decision support tool for a Smart Campus-UAE as a case study. *Frontiers in Built Environment*, 8, 1044646.  
<https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.1044646>
- Ahmed, V., Khatri, M. F., Bahroun, Z., & Basheer, N. (2023). Optimizing smart campus solutions: An evidential reasoning decision support tool. *Smart Cities*, 6(5), 2308-2346.
- Alotaibi, S. (2021). An Integrated Framework for Smart College based on the Fourth Industrial Revolution. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 12(4), 12A4R, 1-18. <http://TUENGR.COM/V12/12A4R.pdf>
- Alves, L., & Lopes, D. (2024). Educação e plataformas digitais: popularizando saberes, potencialidades e controvérsia. EDUFBA.  
<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/39372>
- Andifes. (2023). UFLA desenvolve solução com Inteligência Artificial para prever evasão e retenção de estudantes. [Andifes.org.br](https://www.andifes.org.br).  
<https://www.andifes.org.br/2023/11/14/ufla-desenvolve-solucao-com-inteligencia-artificial-para-prever-evasao-e-retencao-de-estudantes/>
- Bandeira, L. K. R., & Araújo Neto, M. de S. (2022). O que é um Smart Campus?. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 12(1), 175-188.  
<https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc/article/view/48610>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bufrem, L. S. (2021). Qualidade e quantidade como categorias indissociáveis de pesquisa. *Informação & Informação*, 26(4), 200-222.  
<https://doi.org/10.5433/1981-8920.2021v26n4p200>
- Chagnon-Lessard, N., Gosselin, L., Barnabé, S.,; Bello-Ochende, T., Fendt, S., & Goers, S. (2021). Smart Campus: Extensive Review of the Last Decade of Research and Current Challenges. *IEEE Access*, 9, 124200-124234. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109516>
- Coccoli, M., Maresca, P., Stanganelli, L., & Guercio, A. (2015). An experience of collaboration using a PaaS for the smarter university model. *Special Issue on DMS2015*, 31, 275-282.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvplc.2015.10.014>

- Dong, X., Kong, X., Zhang, F., Chen, Z., & Kang, J. (2016). OnCampus: A mobile platform towards a Smart Campus. *SpringerPlus*, 5(1), 974. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2608-4>
- Dong, Z. Y., Zhang, Y., Yip, C., Swift, S., & Beswick, K. (2020). Smart Campus: Definition, framework, technologies, and services. *IET Smart Cities*, 2(1), 43-54. <https://doi.org/10.1049/iet-smc.2019.0072>
- Fachinelli, A.C., Yigitcanlar, T., Cortese, T.T.P., Sabatini-Marques, J., Sotto, D., & Libardi, B. (2022). *Smart Cities do Brasil: desempenho das capitais brasileiras*. Educus. <https://www.citylivinglab.com/report-bra-aus>
- Ferreira, F. H. C., & Araújo, R. M. (2018). Campus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios. *RelaTe-DIA*, 11(1). Recuperado de <https://seer.unirio.br/monografiasppgi/article/view/7147>
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa* (5th ed.). Atlas.
- Guofeng, X., & Mingzhu, L. (2021). The Application of Big Data Technology in the Construction of Smart Campus in Vocational Colleges. *Journal of Physics: Conference Series*, 1827(1), 012134. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1827/1/012134>
- Hadwan, M., Khan, R.U., & Abuzanouneh, K.I. (2020). Towards a Smart Campus for Qassim University: An Investigation of Indoor Navigation System. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5, 831-837.
- Huang, Z. (2021). The Research on Blended Teaching in Vocational Colleges Based on Smart Campus. *Journal of Physics: Conference Series*, 1865(2), 022048. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1865/2/022048>
- Imbar, R. V., Supangkat, S. H. & Langi, A. Z. R. (2020). Smart Campus Model: A Literature Review. *2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/ICISS50791.2020.9307570>
- Instituto Nacional de Tecnologia da Informação. (2019). Universidade Federal da Paraíba passa a emitir diplomas digitais assinados com certificado ICP-Brasil. Instituto Nacional de Tecnologia Da Informação. <https://www.gov.br/iti/pt-br/assuntos/noticias/indice-de-noticias/universidade-federal-da-paraiba-passa-a-emitir-diplomas-digitais-assinados-com-certificado-icp-brasil>
- Itec Furg. (n.d.). Centro multiusuário. ITEC FURG - Centro de Robótica E Ciência de Dados. [https://itecfurg.org/?page\\_id=5643](https://itecfurg.org/?page_id=5643)
- Leite, F., & Tavares, R. (2018). *Comunicação da informação, gestão da informação e gestão do conhecimento* (S. Costa, Org.). Ibict. <https://doi.org/10.18225/9788570131485>
- Li, W. (2021). Research on Teaching Management Based on Smart Campus Platform and Smart Classroom. *2021 4th International Conference on Information Systems and Computer Aided Education*, 279-283. <https://doi.org/10.1145/3482632.3482690>
- Liu, K., Warade, N., Pai, T., & Gupta, K. (2017). Location-aware Smart Campus security application. *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/CBDCom/IOP/SCI)*, 1-8.  
<https://doi.org/10.1109/UIC-ATC.2017.8397588>
- Lopes, F. A. D. S. (2011). Uma plataforma de integração de middleware para Computação Ubíqua [tese]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/[https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/17944/1/FredericoASL\\_TESE.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/17944/1/FredericoASL_TESE.pdf)
- Majeed, A. & Ali, M. (2018). How Internet-of-Things (IoT) making the university Campus smart? QA higher education (QAHE) perspective. *2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, 646-648. <https://doi.org/10.1109/CCWC.2018.8301774>
- Mattoni, B., Pagliaro, F., Corona, G., Ponzio, v., Bisegna, F., & Gugliermetti, F. (2016). A matrix approach to identify and choose efficient strategies to develop the Smart Campus. *2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2016.7555571>
- Mello, M. F., Schlosser, J. F., & Cervo, H. Z. (2019). A tomada de decisão baseada em atributos que influenciam a compra de máquinas agrícolas. *Saber Humano: Revista Científica da Faculdade Antonio Meneghetti*, 9(15), 149-168. <https://doi.org/10.18815/sh.2019v9n15.410>
- Min-Allah, N., & Alrashed, S. (2020). Smart Campus—A sketch. *Sustainable Cities and Society*, 59, 102231. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102231>
- Morais, F. R. de, Varela, C. A., Roble, G. L. de E., & Augusto, E. E. F. (2020). Educação e Estratégia Organizacional em Serviços de Saúde. *Revista de Administração FACES Journal*, 19(2), 48-68. <https://revista.fumec.br/index.php/facesp/article/view/6485>
- Moura, L. F. de Lima, E.P., Deschamps, F., Van Aken, E., da Costa, S.E.G., Treinta, F.T., & Cestari, J.M.A.P. (2019). Designing performance measurement systems in nonprofit and public administration organizations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(8), 1373-1410. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2018-0236>
- Negreiros, I., Francisco. A.C.C., Fengler, F.H., Faria, G., Pinto, L.G.P., & Tolotto, M. (2020). Smart Campus® as a living lab on sustainability indicators monitoring. *2020 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/ISC251055.2020.9239017>
- Nóbrega, P. I. S. da. (2021). *Smart Campus: indicators for the smartization process at universities* [Dissertação de mestrado]. Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/22981>
- Omotayo, T., Awuzie, B., Ajayi, S., Moghayedi, A., & Oyeyipo, O. (2021). A Systems Thinking Model for Transitioning Smart Campus to Cities. *Frontiers in Built Environment*, 7, 755424. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.755424>
- Opranescu, V., Nedelcu, I., & Ionita, A. D. (2023). Automating Students' Decision Processes in a Smart Campus. *2023 13th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ATEE58038.2023.10108094>

- Pagliaro, F., Mattoni, B., Gugliermenti, F., ; Bisegna, F., Azzaro, B., & Tomei, F. (2016). A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. *2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, 1-6.  
<https://doi.org/10.1109/EEEIC.2016.7555573>
- Polin, K., Yigitcanlar, T., Limb, M., & Washington, T. (2023). The Making of Smart Campus: A Review and Conceptual Framework. *Buildings*, 13(4), 891. <https://doi.org/10.3390/buildings13040891>
- Prandi, C., Monti, L., Ceccarini, C., & Salomoni, P. (2020). Smart Campus: Fostering the Community Awareness Through an Intelligent Environment. *Mobile Networks and Applications*, 25(3), 945-952.  
<https://doi.org/10.1007/s11036-019-01238-2>
- Pribyl, O., Opasanon, S., & Horak, T. (2018). Student perception of Smart Campus: A case study of Czech Republic and Thailand. *2018 Smart City Symposium Prague (SCSP)*, 1-7.  
<https://doi.org/10.1109/SCSP.2018.8402669>
- Samancioglu, N., & Nuere, S. (2023). A determination of the smartness level of university Campus: The Smart Availability Scale (SAS). *Journal of Engineering and Applied Science*, 70(1), 10.  
<https://doi.org/10.1186/s44147-023-00179-8>
- Scharlau, C. C. (2021). Desenvolvimento de um Sistema de Controle para Integração da Iluminação Natural e Artificial com Recursos de IoT (p. 29) [TCC]. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223657>
- Schenatz, B. N. (2019). *Smart Campus e analytics para a redução da evasão e promoção da permanência no ensino superior: um estudo de caso* [Tese de doutorado]. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, Brasil.  
<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/27470>
- Silva, G. R. da. (2017). Gestão da informação para a tomada de decisão em uma instituição de ensino superior privada: a experiência da faculdades integradas da união educacional do Planalto Central (FACIPLAC/DF). *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 15(1), 53-81. <https://doi.org/10.20396/rdbci.v15i1.8645248>
- Silva-da-Nóbrega, P. I., Chim-Miki, A. F., & Castillo-Palacio, M. (2022). A Smart Campus Framework: Challenges and Opportunities for Education Based on the Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 14(15), 9640. <https://doi.org/10.3390/su14159640>
- Sun, L., Chen, G., Xiong, H., & Guo, C. (2017). Cluster Analysis in Data-Driven Management and Decisions. *Journal of Management Science and Engineering*, 2(4), 227-251. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1383.204011>
- Tavares, M. C., Azevedo, G., & Marques, R. P. (2022). The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More Humanistic and Sustainable Society—A Literature Review. *Societies*, 12(6), 149.  
<https://doi.org/10.3390/soc12060149>
- UFBA. (2020). Mapeamento cultural UFBA 2019: programa Onda Digital.  
<https://mapeamentocultural.ufba.br/programa-onda-digital>
- Unicamp. (2019). Sobre o Projeto Campus Sustentável. Campus Sustentável.  
<https://www.campus-sustentavel.unicamp.br/sobre/>

- Valks, B., Arkesteijn, M. H., Den Heijer, A. C., & Vande Putte, H. J. (2018). Smart campus tools-adding value to the university campus by measuring space use real-time. *Journal of Corporate Real Estate*, 20(2), 103-116.  
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jcre-03-2017-0006/full/html>
- Valks, B., Arkesteijn, M. H., Koutamanis, A., & Den Heijer, A. (2020). Towards a Smart Campus: supporting campus decisions with Internet of Things applications. *Building Research & Information*, 49(1), 1-20.  
<https://doi.org/10.1080/09613218.2020.1784702>
- Valks, B., Arkesteijn, M., Koutamanis, A., & Den Heijer, A. (2021a). Towards Smart Campus Management: Defining Information Requirements for Decision Making through Dashboard Design. *Buildings*, 11(5), 201.  
<https://doi.org/10.3390/buildings11050201>
- Valks, B., Blokland, E., Elissen, C., Van-Loon I., Roozmond, D., Uiterdijk, P., Arkesteijn, M., Koutamanis, A., & Heijer, A. (2021b). Supporting strategic decision-making on the future campus with space utilisation studies: A case study. *Property Management*, 39(4), 441-465. <https://doi.org/10.1108/PM-09-2020-0054>
- Vieira, V. A., & Slongo, L. A. (2006). Uma análise dos atributos importantes no processo de decisão de compra de notebooks utilizando análise fatorial e escalonamento multidimensional. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 7(4), 35-59. <https://doi.org/10.1590/1678-69712006/administracao.v7n4p35-59>
- Xu, X., Wang, Y., & Yu, S. (2018). Teaching Performance Evaluation in Smart Campus. *IEEE Access*, 6, 77754-77766.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2884022>
- Zhang, L. (2021). Research on WSN Time Synchronization Algorithm Based on Smart Campus. *Journal of Physics: Conference Series*, 1802(3), 032079.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1802/3/032079>
- Zhao, J., Li, J., & Jia, J. (2021). A study on posture-based teacher-student behavioral engagement pattern. *Sustainable Cities and Society*, 67, 102749. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102749>
- Wronski, F. (2007). Alocação dinâmica de tarefas periódicas em NoCs malha com redução do consumo de energia (p. 103) [Dissertação].  
<http://hdl.handle.net/10183/11177>