



SMART CAMPUS NO ENSINO SUPERIOR PÚBLICO: ADAPTAÇÃO DE UM MODELO DE PLANEJAMENTO À REALIDADE BRASILEIRA

SMART CAMPUS IN PUBLIC HIGHER EDUCATION: ADAPTING A PLANNING MODEL TO THE BRAZILIAN REALITY

SMART CAMPUS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICA: ADAPTACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN A LA REALIDAD BRASILEÑA

RESUMO

Objetivo: analisar o processo de planejamento para implementação de um *smart campus* no Instituto Federal do Ceará (IFCE) Campus Sobral, sob a luz do *framework* de Pagliaro *et al.* (2016). Discute-se como a escassez de recursos, as dinâmicas institucionais e a cocriação influenciam a aplicabilidade de *frameworks* internacionais em contextos públicos.

Metodologia: adotou-se uma abordagem qualitativa e exploratória, com caráter descritivo, configurando um estudo de caso no IFCE, Campus Sobral. A coleta de dados inclui entrevistas semiestruturadas com gestores e pesquisa documental. A análise do conteúdo, com triangulação de dados, garantiu a robustez dos achados.

Resultados: os achados indicam aderência parcial do caso às seis fases propostas por Pagliaro *et al.* (2016), desenvolvidas de forma emergente e não formalizada. O modelo estudado demonstrou utilidade, mas requer ajustes relacionados à captação de recursos, governança e articulação institucional.

Limitações: reduzida documentação formal sistematizada e número limitado de servidores com informações primárias.

Implicações práticas: oferece subsídios para gestores públicos na formulação de estratégias de inovação em contextos de escassez, promovendo eficiência e sustentabilidade.

Implicações sociais: evidencia o potencial do *smart campus* para aprimorar o ensino, inovação local e otimizar recursos públicos em benefício da comunidade.

Implicações teóricas: contribuição para os estudos sobre o *framework* de Pagliaro *et al.* (2016) e propõe modelo adaptado à realidade de instituições públicas brasileiras.

Originalidade: o estudo oferece uma ampliação contextual do modelo de Pagliaro *et al.* (2016), incorporando condições institucionais e financeiras relevantes para o planejamento de *smart campus* em instituições públicas de ensino superior submetidas a restrições orçamentárias e operacionais.

Palavras-chave: *Smart campus*. Gestão pública. Cidades e comunidades sustentáveis. Planejamento e implementação.

 Cristiane de Sousa Florêncio

Doutora

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Brasil
cristiane.florencio@ifce.edu.br

 Joselice Siebra

Doutora

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Brasil
joselice.moura@ifce.edu.br

 Jefferson Marlon Monticelli

Doutor

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Brasil
jmmonticelli@unisinos.br

Submetido em: 09/07/2025

Aprovado em: 24/07/2026

Como citar: Florêncio, C. de S., Siebra, J., & Monticelli, J. M. (2026). Smart campus no ensino superior público: adaptação de um modelo de planejamento à realidade brasileira. *Alcance (online)*, 33(2), 56-77. [https://doi.org/10.14210/alcance.v33n2\(maio/ago\).p56-77](https://doi.org/10.14210/alcance.v33n2(maio/ago).p56-77)





ABSTRACT

Objective: to analyze the planning process for implementing a smart campus at the Instituto Federal do Ceará (IFCE) Sobral campus, based on the framework by Pagliaro et al. (2016). The study discusses how the scarcity of resources, institutional dynamics, and co-creation influence the applicability of international frameworks in public contexts.

Methodology: a qualitative and exploratory approach was adopted, with a descriptive character, configuring a case study at IFCE, Sobral campus. Data collection included semi-structured interviews with managers and documentary research. Content analysis, with data triangulation, ensured the robustness of the findings.

Results: The findings indicate that the case partially adheres to the six phases proposed by Pagliaro et al. (2016), which were developed in an emergent and non-formalized manner. The framework proved useful but requires adjustments related to fundraising, governance, and institutional coordination.

Limitations: reduced formal systematized documentation and limited number of employees with primary information.

Practical implications: provides support for public managers in structuring smart campus projects that are more aligned with the financial, operational, and institutional conditions of the public sector, promoting efficiency and sustainability.

Social implications: highlights the potential of smart campuses to improve teaching, local innovation and optimize public resources for the benefit of the community.

Theoretical implications: contributes to studies on the framework of Pagliaro et al. (2016) and proposes a model adapted to the reality of Brazilian public institutions.

Originality: the study provides a contextual extension of the model proposed by Pagliaro et al. (2016), incorporating institutional and financial conditions relevant to smart campus planning in public higher education institutions subject to budgetary and operational constraints.

Keywords: Smart campus. Public higher

education institutions. Public management. Sustainable cities and communities. Planning and implementation.

RESUMEN

Objetivo: analizar el proceso de planificación para la implementación de un campus inteligente en el Instituto Federal do Ceará (IFCE), campus Sobral, com base en el framework de Pagliaro et al. (2016) a la realidad brasileña. El estudio analiza cómo la escasez de recursos, la dinámica institucional y la cocreación influyen en la aplicabilidad de los marcos internacionales en contextos públicos.

Metodología: se adoptó un enfoque cualitativo y exploratorio, de carácter descriptivo, configurando un estudio de caso en el IFCE, campus Sobral. La recopilación de datos incluyó entrevistas semiestructuradas con directivos e investigación documental. El análisis de contenido, con triangulación de datos, garantizó la robustez de los hallazgos.

Resultados: los hallazgos indican una adhesión parcial del caso a las seis fases propuestas por Pagliaro et al. (2016), desarrolladas de manera emergente y no formalizada. El modelo estudiado demostró ser útil, pero requiere ajustes relacionados con la captación de recursos, la gobernanza y la articulación institucional.

Limitaciones: reducida documentación formal sistematizada y número limitado de empleados con información primaria.

Implicaciones prácticas: ofrece apoyo a los gestores públicos en la estructuración de proyectos de smart campus más adecuados a las condiciones financieras, operativas e institucionales del sector público en contextos de escasez, promoviendo eficiencia y sostenibilidad.

Implicaciones sociales: destaca el potencial de los campus inteligentes para mejorar la docencia, la innovación local y optimizar los recursos públicos en beneficio de la comunidad.

Implicaciones teóricas: contribuye a los estudios sobre el marco de Pagliaro et al. (2016) y propone un modelo adaptado a la realidad de las instituciones públicas brasileñas.

Originalidad: el estudio ofrece una ampliación contextual del modelo propuesto por Pagliaro et al. (2016), incorporando condiciones institucionales



y financieras relevantes para la planificación de campus inteligentes en instituciones públicas de educación superior sujetas a restricciones presupuestarias y operativas.

Palabras clave: Campus inteligentes. Instituciones de educación superior. Gestión pública. Ciudades y comunidades sostenibles. Planificación e implementación.

INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais, aliado à urbanização e à escassez de recursos naturais, tem impulsionado uma transformação significativa na forma como as cidades e instituições lidam com seus desafios operacionais e sociais (Carvalho, Coelho, & Moura, 2025). Esse movimento alcança as instituições de ensino superior (IES), que, inspiradas no conceito de cidades inteligentes, aplicam princípios semelhantes em uma perspectiva menor e em um ambiente mais controlado e focado na educação (Li, 2021).

O conceito de *smart campus* envolve soluções tecnológicas aplicadas ao contexto educacional, fundamentadas no uso e na evolução das tecnologias da informação (Sui & Xie, 2023). Nesse sentido, as IES configuram-se como ambientes propícios à inovação, funcionando como espaços de experimentação alinhados aos desafios atuais, o que as torna ideais para a aplicação de soluções *smart campus*, cujos resultados podem ser extrapolados para contextos urbanos (Jesus et al., 2018).

Apesar do crescimento da produção científica sobre *smart campus*, a literatura ainda apresenta pontos pouco consolidados quanto à definição do conceito, à avaliação da inteligência dos *campi*, à centralidade dos usuários e à análise empírica dos processos de planejamento e implementação dessas iniciativas (Freire et al., 2025; Polin et al., 2023; Polin et al., 2024; Zhang et al., 2022). Parte dos estudos concentra-se na proposição de modelos, tecnologias e benefícios esperados, enquanto permanecem menos exploradas as condições institucionais, organizacionais e contextuais que interferem na aplicação desses modelos em realidades específicas, sobretudo em instituições públicas e em países em desenvolvimento (Polin, 2026).

A literatura apresenta modelos de planejamento para *smart campus*, entre os quais se destaca o *framework* de Pagliaro et al. (2016). Contudo, parte desses modelos foi concebida em contextos institucionais nos quais se pressupõe a existência antecipada de recursos financeiros e operacionais para a transição de um *campus* tradicional para um *campus* inteligente. Essa premissa limita sua aplicabilidade direta em contextos vivenciados por IES públicas brasileiras, marcados por restrições orçamentárias, burocracia administrativa, dependência de parcerias e necessidade de captação de recursos para viabilizar projetos de inovação (Conif, 2023; Hoppe, 2021), onde a captação de recursos torna-se uma dimensão crucial.

Essa discussão é especialmente relevante considerando que grande parte das universidades que adotam o *smart campus* no país pertence à esfera pública (Bandeira & Neto, 2020). Nesses espaços, a implementação não depende apenas da incorporação de tecnologias inteligentes, mas também da capacidade institucional de articular sustentabilidade financeira, participação da comunidade acadêmica, colaboração interinstitucional e estratégias de inovação compatíveis com restrições materiais e organizacionais, reforçando a importância de investigações que contemplem as especificidades desse segmento institucional.

Nesse contexto, surge a seguinte questão de pesquisa: Como se caracteriza o processo de planejamento para implementação de um *smart campus* em uma instituição pública brasileira diante dos desafios contextuais e estruturais das fases iniciais do projeto? A partir dessa perspectiva, o objetivo do trabalho foi analisar o processo de planejamento para implementação do *smart campus* no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Sobral, sob a luz do *framework* de Pagliaro et al. (2016), considerando as especificidades institucionais, operacionais e contextuais de uma instituição pública brasileira nas fases iniciais do projeto.

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, configurando-se como um estudo de caso no IFCE Campus Sobral. A coleta de dados empregou entrevistas semiestruturadas com



os três servidores responsáveis pelo projeto e pesquisa documental. A análise dos dados seguiu os procedimentos da análise de conteúdo, utilizando triangulação de dados para assegurar maior robustez aos resultados.

A implementação do *smart campus* em IES enfrenta entraves como planejamento inadequado, especialistas despreparados, infraestrutura limitada e indisponibilidade de recursos iniciais (Hidayat & Saputra, 2020). Portanto, a contribuição teórica deste artigo consiste em discutir a aplicabilidade de um *framework* internacional de planejamento de *smart campus* em uma instituição pública brasileira, evidenciando como as condições institucionais, financeiras e operacionais do contexto investigado interferem no processo de planejamento. Como contribuição prática, o estudo oferece subsídios para gestores públicos que buscam estruturar iniciativas de *smart campus* em contextos de restrição, destacando dimensões como mobilização institucional, parcerias, captação de recursos, governança e participação da comunidade acadêmica.

Os resultados evidenciam que o modelo de Pagliaro *et al.* (2016) apresenta utilidade analítica para compreender o planejamento do *smart campus* no IFCE *campus* Sobral. Entretanto, a análise do caso revela especificidades do contexto público brasileiro que demandam atenção no uso de modelos internacionais de planejamento especialmente no que se refere à mobilização institucional, ao *benchmarking*, à captação de recursos, à formação de parcerias e à governança pública.

Na sequência, o artigo apresenta o referencial teórico, seguido dos procedimentos metodológicos, da discussão de resultados, das considerações finais e das referências.

REFERENCIAL TEÓRICO

Smart Campus: Conceitos, Dimensões e Modelos de Implementação

Embora cidades e universidades tenham finalidades distintas, frequentemente compartilham contextos socioeconômicos, ambientais e geográficos semelhantes, além de infraestrutura, serviços e canais de comunicação

(Sospedra *et al.*, 2015). Nesse sentido, o conceito de *smart campus* surge como uma adaptação do paradigma das *smart cities* para as instituições de ensino, que, assim como as cidades, enfrentam desafios complexos relacionados à mobilidade, gestão de energia, segurança, sustentabilidade e inovação (Dong *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2022).

Essa transposição impulsiona um campo de estudos em expansão, especialmente a partir de 2010, estimulado pelo avanço das tecnologias digitais e pela busca por maior eficiência na gestão acadêmica e institucional (Dong *et al.*, 2020; Imbar *et al.*, 2020). Nos últimos cinco anos, o tema ganhou destaque, com ênfase em tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), *big data* e computação em nuvem (Neis *et al.*, 2023).

A produção científica sobre *smart campus* tem avançado por meio de revisões sistemáticas que abordam definições, tecnologias e perspectivas do conceito (Freire *et al.*, 2025; Giuriatti *et al.*, 2023; Jesus & Camelo, 2024; Madyatmadja *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022), enquanto estudos empíricos exploram estratégias de digitalização e transformação institucional (Budiono & Budiarto, 2024; Chagnon-Lessard *et al.*, 2021; Gasperina *et al.*, 2022; Sui & Xie, 2023). Esses estudos podem ser organizados em quatro domínios: infraestrutura tecnológica; sustentabilidade e eficiência energética; governança e gestão universitária; e foco no usuário (Awuzie *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022). Enquanto China, Espanha, Finlândia e África do Sul lideram a implementação de *smart campus*, com foco em mobilidade inteligente, eficiência energética e ambientes digitais de aprendizagem (Madyatmadja *et al.*, 2021), no Brasil, entretanto, os avanços são fragmentados, concentrados em iniciativas isoladas de infraestrutura tecnológica, sem articulação com políticas públicas ou planos institucionais de longo prazo, comprometendo a sustentabilidade e a replicabilidade das ações (Carvalho, Coelho, & Moura, 2025; Vasconcelos & Scaico, 2023).

Apesar do interesse crescente, ainda são escassos os estudos que mensuram empiricamente os impactos das iniciativas de *smart campus* na qualidade do ensino, no desempenho acadêmico e na eficiência institucional (Freire *et al.*, 2025).



Soma-se a isso uma lacuna na compreensão das etapas iniciais de implementação, especialmente em instituições públicas brasileiras, que concentram a maioria dessas experiências no país (Bandeira & Neto, 2020; Carvalho, Coelho, & Moura, 2025; Francisco, 2019; Jesus & Camelo, 2024; Santos *et al.*, 2025), evidenciando a necessidade de ampliar as investigações sobre os processos de implantação do *smart campus* em contextos de gestão pública e sob restrições orçamentárias.

A definição de *smart campus* varia nas pesquisas conforme os contextos e objetivos de cada estudo (Alexandre & Alexandria, 2024; Chagnon-Lessard *et al.*, 2021; Jesus & Camelo, 2024). Schenatz (2019) estrutura o conceito em oito dimensões interconectadas: educação, social, saúde, segurança, edificações, energia, mobilidade e tecnologia, enquanto Dong *et al.* (2020) definem o *smart campus* como um ecossistema baseado na aplicação integrada de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC), destinado a melhorar a eficiência operacional, a experiência educacional e a sustentabilidade, propondo cinco pilares que contemplam essa

perspectiva: educação, meio ambiente, pessoas, processos e tecnologia.

Imbar *et al.* (2020) complementam essa visão, considerando o *smart campus* como uma extensão conceitual das *smart cities*, estruturado para integrar tecnologias em diferentes domínios institucionais. Já Zhang *et al.* (2022) apresentam uma perspectiva centrada no ser humano, argumentando que um *smart campus* deve ser construído com base nas necessidades dos seus usuários, promovendo inclusão, segurança, acessibilidade e inovação.

Sob uma perspectiva contemporânea, o *smart campus* é caracterizado como um ambiente colaborativo e digitalmente conectado, que integra tecnologias como IoT, computação em nuvem e análise de dados para otimizar a gestão institucional. Freire *et al.* (2025) destacam os benefícios para instituições e usuários, enquanto Carvalho, Coelho e Moura (2025) ressaltam a importância da governança compartilhada, da sustentabilidade e da tomada estratégica de decisões. Tais definições evidenciam a convergência de múltiplas categorias conceituais, conforme sistematizado no Quadro 1.

Quadro 1
Dimensões conceituais do smart campus

Dimensão conceitual	Ênfase principal	Autores
Infraestrutura tecnológica	Uso de TIC, IoT, redes sem fio, computação em nuvem e análise de dados para apoiar processos acadêmicos e administrativos.	Alexandre e Alexandria (2024); Carvalho, Coelho e Moura (2025)
Gestão e tomada de decisão	Uso estratégico da informação para otimizar recursos, serviços e processos institucionais.	Freire et al. (2025); Dong et al. (2020)
Sustentabilidade e eficiência	Redução de consumo energético, melhoria ambiental e uso eficiente de recursos do <i>campus</i> .	Kou & Park (2022); Lobato et al. (2021)
Experiência do usuário	Melhoria da aprendizagem, segurança, acessibilidade, interação e qualidade de vida da comunidade acadêmica.	Zhang et al. (2022); Imbar et al. (2020)
Integração com <i>smart cities</i>	Transposição do paradigma das cidades inteligentes para o contexto universitário.	Bandeira e Neto (2020); Imbar et al. (2020)

Fonte: autoria própria (2025).

A partir do Quadro 1, é possível observar que o conceito de *smart campus* combina dimensões tecnológicas, gerenciais, ambientais e humanas. Desse modo, sua implementação não se limita à adoção de dispositivos digitais, mas envolve a articulação entre infraestrutura,

governança, sustentabilidade, gestão de dados e participação dos usuários. Essa compreensão amplia o debate para além da tecnologia e permite analisar o *smart campus* como estratégia de transformação institucional.



Os benefícios do *smart campus* abrangem ganhos administrativos, pedagógicos, operacionais e sociais. A literatura destaca eficiência na gestão de recursos, melhoria do ensino-aprendizagem, transparência, segurança, vínculo com a comunidade acadêmica e sustentabilidade (Bernal *et al.*, 2024; Santana, Dornelas, & Silva, 2024). Também são apontados monitoramento de fluxos, tráfego, riscos, consumo energético e inventário, favorecendo decisões baseadas em dados (Cață, 2015; Sánchez-Torres *et al.*, 2018). No campo educacional, contribui para colaboração, comunicação, personalização do ensino, educação aberta e gestão eficiente de dados (Alexandre & Alexandria, 2024; Ng, 2010; Vasconcelos & Scaico, 2023).

Apesar dos benefícios, a implementação de um *smart campus* enfrenta barreiras organizacionais, financeiras, técnicas e regulatórias. Em revisão sistemática, Carvalho, Coelho e Moura (2025) destacam resistência à mudança, restrições orçamentárias, sistemas legados, infraestrutura inadequada, exigências de proteção de dados, falta de capacitação e governança fragmentada, fatores que dificultam a adoção e a manutenção dessas iniciativas.

A literatura apresenta diferentes *frameworks* que auxiliam na concepção, implementação e avaliação de *smart campus*. Os modelos de concepção organizam o *smart campus* em dimensões ou eixos estruturantes, como tecnologia, sustentabilidade, mobilidade, governança, ensino e experiência do usuário (Bernal *et al.*, 2024; Dong *et al.*, 2020; Ng, 2010; Nóbrega *et al.*, 2022; Polin *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2022). Os modelos de implementação, por sua vez, indicam caminhos para operacionalizar essas iniciativas, seja por meio de etapas processuais de planejamento, como em Pagliaro *et al.* (2016), seja por meio de arquitetura digital e modelo operacional, como em Jurva *et al.* (2020), ou de um *framework* estratégico apoiado em IoT e computação em nuvem, como

em Abualnaaj *et al.* (2020). Já os modelos de avaliação concentram-se na mensuração do nível de inteligência do campus, como em Polin *et al.* (2024) e Samancioglu e Nuere (2023).

Considerando essa classificação, os modelos de implementação diferenciam-se por oferecer caminhos para operacionalização dessas iniciativas. Embora Abualnaaj *et al.* (2020) proponham um *framework* estratégico e Jurva *et al.* (2020) enfatizem a arquitetura digital e operacional, o modelo de Pagliaro *et al.* (2016) mostra-se mais aderente ao objetivo deste artigo por propor uma sequência processual de planejamento e implementação. Diferentemente de modelos centrados predominantemente na infraestrutura digital ou na avaliação do grau de inteligência do *campus*, o modelo permite analisar as fases iniciais de transição de um *campus* tradicional para um *smart campus*, foco da investigação realizada no IFCE *Campus* Sobral.

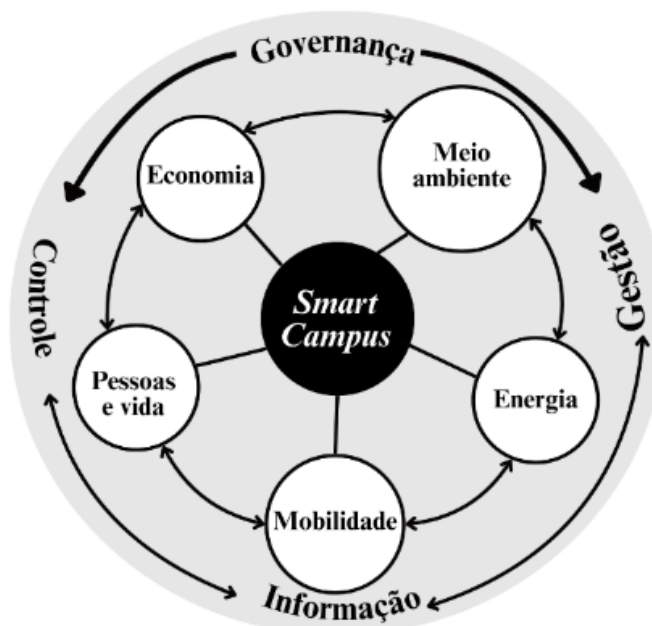
Framework Smart Campus na Universidade La Sapienza

O framework metodológico proposto por Pagliaro *et al.* (2016) e concebido no contexto da Università La Sapienza, constitui um modelo estruturado para orientar a transição de um campus universitário tradicional para um *smart campus*. O modelo foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar e parte do princípio de que o campus pode operar como um ecossistema inteligente e experimental, promovendo soluções sustentáveis, tecnológicas e colaborativas.

A metodologia de Pagliaro *et al.* (2016) estrutura-se em seis etapas sequenciais, partindo de um planejamento preliminar que envolve um diagnóstico e mapeamento do contexto institucional. A partir desse diagnóstico, delimitam-se os campos estratégicos de ação detalhados na Figura 1, que ilustra a transversalidade da governança em cada dimensão estratégica.



Figura 1
Campos estratégicos de ação

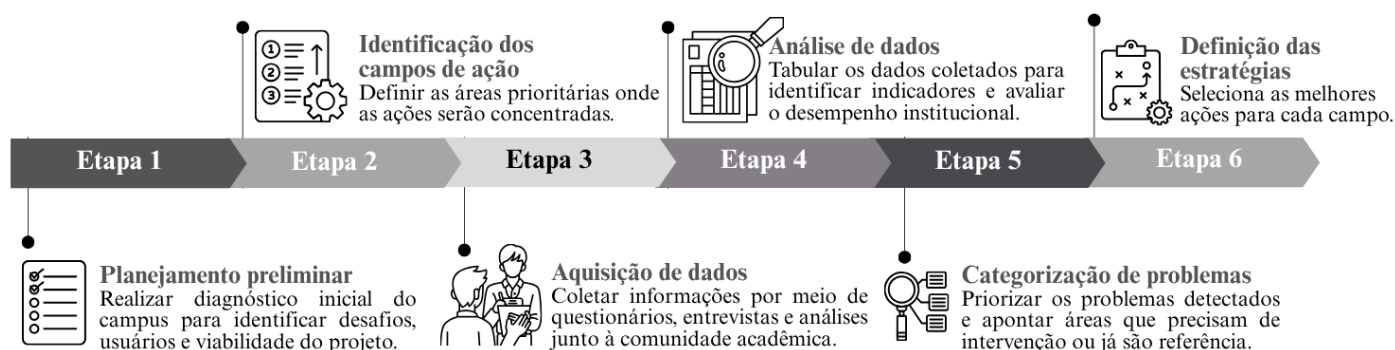


Fonte: adaptado de Pagliaro *et al.* (2016).

Em seguida, realiza-se a categorização de problemas para identificar deficiências e potencialidades nos campos de ação, culminando na definição estratégica das ações prioritárias para o plano de intervenção. Na Figura 2 é possível visualizar as etapas para implementação do

smart campus sugeridas por Pagliaro *et al.* (2016) que enfatiza a participação ativa da comunidade, a flexibilidade das soluções e a integração de sistemas físicos e digitais, posicionando o *campus* como um *living lab* voltado à inovação e sustentabilidade.

Figura 2
Etapas para implementação do smart campus



Fonte: autoria própria com base em Pagliaro *et al.* (2016).

Desde sua proposição, o *framework Sapienza* tem sido objeto de avaliações e adaptações, estudos como o de Polin *et al.* (2024), que validaram seus indicadores em diferentes contextos universitários, demonstram a robustez do modelo, enquanto Chagnon-Lessard *et al.* (2021) expandiram o debate, incorporando questões emergentes como ética e interoperabilidade. No Brasil, Jesus e Camelo

(2024) apontam sua pertinência para projetos nacionais, sugerindo estágios de adaptação à realidade das instituições públicas de ensino superior, corroborando com estudos que reforçam a necessidade de uma abordagem sociotécnica e integrada, que considere os aspectos culturais, organizacionais e participativos das instituições (Matos, 2021; Nóbrega *et al.*, 2022; Siqueira, 2023).



Essa necessidade de adaptação torna-se mais evidente quando modelos concebidos em universidades do Norte Global são aplicados a contextos do Sul Global, marcados por assimetrias de financiamento, infraestrutura e capacidade operacional (Polin, 2026). Nesses cenários, a literatura sobre bricolagem organizacional e inovação frugal contribui para compreender como instituições inovam sob escassez, recombinao recursos disponíveis e desenvolvendo soluções funcionais, acessíveis e adequadas às suas restrições (Baker & Nelson, 2005; Radjou & Prabhu, 2015; Weyrauch & Herstatt, 2017).

Apesar de sua abrangência e adaptabilidade conceitual, o *framework* de Pagliaro *et al.* (2016) foi concebido em um contexto institucional com maior disponibilidade de recursos financeiros, operacionais e tecnológicos para a transição. Essa condição limita sua aplicação direta em instituições públicas brasileiras, que enfrentam restrições orçamentárias constantes (Conif, 2023; Hoppe, 2021). Nesse cenário a captação de recursos, a articulação de parcerias e a recombinação de meios disponíveis tornam-se dimensões essenciais para viabilizar projetos de *smart campus*.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

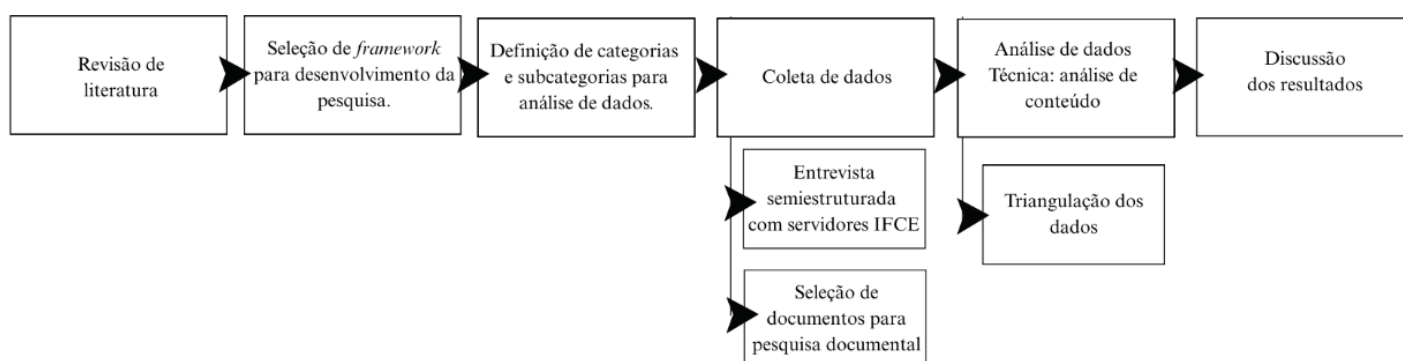
Para alcance do objetivo da pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa, fundamentada na descrição e na subjetividade (Flick *et al.*, 2004). De acordo com Yin (2016), essa estratégia metodológica se caracteriza pela análise aprofundada e detalhada dos fatos investigados, possibilitando uma compreensão ampla e minuciosa da realidade e dos fenômenos

em exame, de tal modo que facilita a correlação entre o modelo *smart campus* de Pagliaro *et al.* (2016) e o processo vivenciado no IFCE Sobral.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, visto que seu propósito foi analisar o processo de planejamento e implementação do *smart campus* no IFCE *Campus* Sobral. A escolha do Instituto Federal do Ceará (IFCE) *Campus* Sobral como objeto de estudo justifica-se pelo seu papel estratégico na Rede Federal e por sua complexidade estrutural, abrigando 17 cursos (técnicos, graduações e pós-graduações) espalhados por mais de 50 ambientes acadêmicos, incluindo laboratórios e plantas-piloto. Esse cenário dinâmico impõe desafios robustos de gestão e infraestrutura, motivando a instituição a dar seus primeiros passos formais em direção à transição para um *Smart Campus* (2026). Analisar esse processo de planejamento sob a ótica do *framework* de Pagliaro *et al.* (2016) mostra-se ideal, pois as dimensões propostas pelos autores ajudam a decodificar como uma instituição pública de ensino técnico e superior pode alinhar tecnologia, governança e sustentabilidade em um ecossistema educacional complexo.

Por fim, sob a perspectiva dos procedimentos técnicos, esta pesquisa é caracterizada como um estudo de caso instrumental, uma vez que o caso selecionado possibilita compreender um fenômeno mais amplo: a adaptação de modelos de *smart campus* a instituições públicas brasileiras (Stake, 2010). O percurso metodológico seguiu as etapas representadas na Figura 3, detalhadas a seguir:

Figura 3
Estrutura de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: autoria própria (2025).

Para garantir maior robustez e validade aos achados da pesquisa, foi adotada a técnica de triangulação de dados, combinando diferentes fontes e métodos de coleta e análise: a pesquisa bibliográfica, a realização de entrevistas semiestruturadas e a pesquisa documental. A pesquisa documental abrangeu fontes institucionais e midiáticas publicadas entre 2021 e 2024: (1) portfólio parlamentar com demandas de investimentos para o projeto; (2) duas reportagens do site oficial do IFCE Sobral; e (3) matéria da Revista IFCE Sobral em destaque. Esses documentos forneceram evidências complementares sobre decisões estratégicas, campos de ação priorizados e percepções institucionais.

As entrevistas ocorreram entre outubro e novembro de 2024, com os três servidores diretamente envolvidos no projeto e a escolha dos participantes da pesquisa se deu por serem os únicos servidores envolvidos no planejamento do projeto e, por consequência, que poderiam ser considerados informantes-chave devido ao conhecimento fenomenológico, seguindo a orientação de Akhter (2022) (Quadro 2). As entrevistas foram presenciais, gravadas e transcritas integralmente, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para preservar a identidade dos participantes, foram utilizados os códigos E1, E2 e E3.

Quadro 2
Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Entrevistado	Cargo	Data da entrevista	Duração
E1	Docente	17/10/24	01:23
E2	Técnico em eletrotécnica	12/11/24	00:57
E3	Assistente em administração	22/11/24	01:11

Fonte: autoria própria (2025).

Como instrumento para coleta de dados foi utilizado um roteiro de entrevista semiestruturado composto por cinco questões abertas, abordando a origem da proposta, o processo de planejamento, as parcerias estabelecidas, os resultados esperados e percebidos e os desafios enfrentados. As questões permitiram captar elementos relacionados ao planejamento, à governança, à definição de

prioridades, à mobilização de recursos e às barreiras de implementação (Quadro 3). O caráter semiestruturado permitiu formular perguntas complementares conforme os elementos relacionados às etapas do *framework* surgiam nas falas. As denominações das etapas não foram apresentadas aos participantes, buscando-se reduzir a indução das respostas.

Quadro 3
Questões da entrevista semiestruturada e categorias de análise

Questão	Categoria analisada	Referencial teórico
Q1. Como surgiu a ideia de implementação do <i>smart campus</i> no IFCE de Sobral?	Contextualização da iniciativa <i>smart campus</i>	Bandeira e Neto (2020); Imbar <i>et al.</i> (2020); Santana, Dornelas e Silva, 2024; Stuckrath <i>et al.</i> (2025).
Q2. Quais os resultados esperados após a implantação?	Benefícios do <i>smart campus</i>	Bernal <i>et al.</i> (2024); Ng (2010); Vasconcelos e Scaico (2023).
Q3. Quais etapas estão previstas no projeto?	Etapas do planejamento e campos de ação	Pagliaro <i>et al.</i> (2016).
Q4. Quais ações foram realizadas até o momento?	Implementação	Pagliaro <i>et al.</i> (2016).
Q5. Quais os desafios iniciais para migração de um campus tradicional para um <i>smart campus</i> ?	Barreiras e adaptação ao contexto público	Bernal <i>et al.</i> (2024); Carvalho, Coelho e Moura (2025); Sánchez-Torres <i>et al.</i> (2018); Soares (2023).

Fonte: autoria própria (2025).

A análise dos dados foi realizada com base na análise de conteúdo categorial, conforme Bardin (2016), desenvolvida em três etapas. Na pré-análise, realizou-se a organização do corpus, constituído pelas entrevistas e pelos documentos institucionais, com leitura flutuante do material e preparação dos dados para análise. Na fase de exploração do material, as unidades de registro extraídas das entrevistas e dos documentos foram organizadas manualmente em planilha

eletrônica. Essas unidades foram vinculadas às categorias previamente definidas no Quadro 3 e agrupadas por recorrência temática. As seis etapas do *framework* de Pagliaro et al. (2016) foram adotadas como categorias analíticas dedutivas e operacionalizadas por meio de descrições que orientaram a codificação. O Quadro 4 apresenta as categorias, suas descrições analíticas, as questões da entrevista relacionadas e as fontes de evidência utilizadas.

Quadro 4
Categorias analíticas derivadas do framework de Pagliaro et al. (2016)

Categoria analítica	Descrição analítica	Questões	Fontes
Planejamento preliminar	Delimitação da intervenção, identificação dos atores, parceiros e viabilidade.	Q1; Q3; Q4; Q5	Entrevistas; PDI; portfólio; matérias jornalísticas
Identificação dos campos de ação	Definição das áreas estratégicas de intervenção	Q2; Q3; Q4	Entrevistas; portfólio; matérias jornalísticas
Aquisição de dados	Obtenção de informações sobre o <i>campus</i> , usuários, infraestrutura e necessidades.	Q3; Q4	Entrevistas
Análise de dados	Identificação de deficiências, potencialidades e condições do <i>campus</i> .	Q3; Q4	Entrevistas
Categorização dos problemas	Organização e priorização das demandas identificadas.	Q3; Q4; Q5	Entrevistas; portfólio
Definição estratégica	Seleção das ações, responsabilidades, recursos e formas de execução.	Q2; Q3; Q4; Q5	Entrevistas; PDI; portfólio; matérias jornalísticas

Fonte: autoria própria (2025).

As respostas foram analisadas de forma integrada, admitindo-se que uma mesma unidade de registro fosse associada a mais de uma categoria. Também foram consideradas categorias emergentes não contempladas originalmente pelo *framework*, identificadas por recorrência temática, como mobilização institucional, *benchmarking*, parcerias e captação de recursos. Por fim, na etapa de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, os achados foram sintetizados e articulados ao framework de Pagliaro et al. (2016) e à literatura sobre *smart campus*, buscando-se identificar aderências, limites e necessidades de adaptação do modelo ao contexto do IFCE *Campus* Sobral. A seção seguinte apresenta os resultados obtidos a partir desse processo.

de Inovação e 33 *campi*, distribuídos em seis regiões geográficas intermediárias do estado. O *Campus* Sobral, fundado em 2007, durante o plano de expansão da rede federal, oferece cursos técnicos e tecnológicos em quatro eixos: controle e processos industriais, produção alimentícia, recursos naturais, e ambiente e saúde (IFCE, 2024). A iniciativa *smart campus* teve início em 2021, alinhada à missão institucional de fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico regional. O projeto busca incorporar práticas de cidades inteligentes ao cotidiano do IFCE, por meio de soluções tecnológicas voltadas à comunidade acadêmica e externa, detalhadas nas subseções seguintes (dados da pesquisa, 2024).

Motivação para Implementação

A concepção do projeto *smart campus* no IFCE *Campus* Sobral é impulsionada por três motivações principais:

Alinhamento com sua identidade organizacional: A identidade organizacional do IFCE, que prioriza tecnologia, inovação e

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Contextualização da iniciativa *Smart Campus* no IFCE

O IFCE atua na qualificação profissional, pesquisa e inovação em diversas regiões do Ceará. A instituição possui uma Reitoria, um Polo



sustentabilidade, alinha-se à sua missão de produzir, disseminar e aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos para a formação cidadã e à sua visão de buscar excelência em ensino, pesquisa, extensão e inovação para a transformação social e o desenvolvimento regional. Contudo, percebia-se uma disparidade entre essa identidade declarada e a prática observada, conforme expressou o Entrevistado 1:

Em 2018, eu comecei a participar de muitos congressos, essas coisas, comecei a verificar que era uma tendência. É uma tendência! E a gente é um instituto de tecnologia. E eu ficava inconformado como é que a gente é um instituto de tecnologia sem ter a tecnologia implantada no nosso próprio *campus*, né? (E1).

O relato do entrevistado 1 evidencia a distância entre a missão institucional do IFCE de fomentar a inovação tecnológica e os entraves práticos enfrentados, indicando que a proposta de *smart campus* atua como mecanismo de alinhamento entre a identidade organizacional e a consolidação de uma cultura de inovação no *campus*.

Cocriação e living lab: Os gestores vislumbram o *campus* como um “laboratório vivo” de experimentação. A intenção é que a construção do *smart campus* envolva ativamente os estudantes de diversas áreas, cocriando soluções inovadoras:

A ideia é que a construção do *smart campus* seja feita construindo junto com os alunos do *campus*, nas diferentes áreas internas do *campus*: Irrigação e Drenagem [curso tecnológico] na parte de automatização e controle do jardim; o pessoal do [curso técnico em] Meio Ambiente na coleta seletiva [...] a gente quer automatizar e controlar melhor a parte de coleta seletiva do *campus*; o pessoal da Indústria [eixo tecnológico] colaborando com o desenvolvimento dos equipamentos e sistemas. Então, a ideia é que a construção do *smart campus* seja feita com todos os alunos do *campus*, produzindo e desenvolvendo todo o sistema (E3).

Essa visão converge com o conceito de *living labs*, nos quais o *campus* atua como ambiente de experimentação e cocriação (Stuckrath *et al.*, 2025). Espera-se que o projeto dissemine a cultura de inovação, estimulando alunos a desenvolverem tecnologias para problemas de suas comunidades e a validarem produtos tecnológicos. Um exemplo é o desenvolvimento de um aplicativo para gerenciamento de resíduos com o apoio dos alunos, relatado pelo Entrevistado 1:

Esse espaço de coleta seletiva precisa pesar, e a gente já pensou em criar uns balanços também inteligentes. Essa balança já vê densidade, já vê tudo. Ela é até subterrânea. O próprio coletor, na hora que você vai colocando, ele já vai dizendo. E vai ter um aparelho com esse aplicativo. E esse aplicativo, por conta de que está se comunicando com a balança, aí o agente coletor vai receber a mensagem dizendo que já pode buscar. Aí o *app* está sendo desenvolvido por alunos (E1).

A participação estudantil é vista como benéfica ao ensino, aprendizagem e alinhamento às demandas do mercado de trabalho, conforme matéria jornalística:

A gente precisa que os nossos estudantes se formem com qualificação para competir no mercado, com responsabilidade socioambiental, com olhar para a Indústria 4.0, a utilização da Internet das Coisas, da Inteligência Artificial. E tudo isso vai estar agregado nessa dinâmica do *campus*, o aluno vai conseguir ver tudo isso na prática, num laboratório gigante, que é o *campus* inteiro, de forma integrada, transdisciplinar. O aluno vai sair daqui muito mais capacitado, acompanhando o desenvolvimento tecnológico real do mundo (Braga, 2021).

Os benefícios ao ensino-aprendizagem alinhados ao *smart campus* são corroborados por Imbar *et al.* (2020), que destaca o aproveitamento do conhecimento dos usuários para aprimorar o funcionamento institucional.



Eficiência operacional e sustentabilidade: A discussão sobre *smart campus* também está ligada à otimização de recursos, dada a restrição orçamentária de instituições públicas e cortes em recursos federais. A união de tecnologia e gestão é vista como solução para controlar o consumo e aproveitar recursos, alinhando o *campus* aos objetivos de desenvolvimento sustentável, conforme matéria jornalística:

É uma tendência, é necessário este olhar para o *smart campus* e para algumas instituições de ensino no Brasil que já andam tentando a implantação destes *smart campus*, principalmente na parte de eficiência energética, mas aqui a gente quer crescimento de eficiência energética e em outros setores, mas sempre com o viés de sustentabilidade em cada passo que a gente venha a dar (Braga, 2021).

Segundo Santana, Dornelas e Silva (2024) a preocupação com a questão ambiental e a transformação da universidade em um

espaço de inovação e desenvolvimento são fundamentais para a promoção dos objetivos de desenvolvimento sustentável. O entrevistado 2 enfatiza a gestão e o uso otimizado de recursos:

A ideia do *smart campus* seria deixar o *campus* mais moderno, com tecnologias inovadoras que pudessem otimizar os recursos da Instituição, como água, energia, recursos humanos também [...] A gente passaria a ter um controle maior sobre essas variáveis, né? E com esse monitoramento a gente ia reduzir os custos, ter uma instituição sustentável também (E2).

A eficiência operacional também visa a melhorar a qualidade dos serviços aos alunos incluindo automação de processos e maior segurança.

O Quadro 5 sintetiza as primeiras categorias analisadas, evidenciando que a iniciativa de *smart campus* combina alinhamento institucional, cocriação e busca por eficiência em contexto de restrição orçamentária.

Quadro 5

Síntese dos achados sobre a origem e motivações do *smart campus*

Categoria	Achado central	Interpretação
Alinhamento institucional	O projeto surge da percepção de distância entre a identidade tecnológica do IFCE e a infraestrutura do campus.	O <i>smart campus</i> busca aproximar missão institucional, inovação e prática organizacional.
Cocriação e living lab	Estudantes participam do desenvolvimento de soluções para problemas reais do campus.	O <i>campus</i> é entendido como espaço de experimentação, aprendizagem aplicada e inovação.
Eficiência e sustentabilidade	As ações visam a reduzir custos, automatizar processos e melhorar o uso de água, energia e serviços.	A tecnologia aparece como resposta às restrições orçamentárias e à necessidade de gestão eficiente.

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Esses achados indicam que as motivações iniciais do projeto combinam inovação, eficiência e sustentabilidade, mas também revelam que sua implementação depende das condições institucionais, operacionais e financeiras do *campus*, aspecto aprofundado na análise das etapas de implementação.

Etapas de Implementação do *Smart Campus* no IFCE

A análise de documentos e entrevistas revela que a implementação do *smart campus*

no IFCE Sobral não seguiu um planejamento estruturado em etapas formais, mas por meio de um processo emergente e adaptativo, conforme oportunidades institucionais, disponibilidade de recursos e articulação de parcerias. Essa característica, embora confira flexibilidade, representa uma limitação para a previsibilidade e gestão de longo prazo do projeto, impactando a robustez dos resultados. Contudo, foi possível identificar fases análogas às propostas por Pagliaro *et al.* (2016), ainda que de maneira não intencional ou formalizada. O entrevistado 1 ilustra essa abordagem:



A gente com sonhos bem pequenininhos, né? Como, por exemplo, a emissão dos nossos crachás. Por que esse crachá não vem com RFID, que já é uma tecnologia inteligente? [...] A gente foi vendo assim: por que não consegue deixar isso aqui mais assim, com a leitura facial? Aí, a gente já está entrando com a contratação de catracas inteligentes também. Tudo para gerar eficiência. [...] Vamos criar um escritório de inovação? A gente criou um escritório de inovação. (E1)

Apesar da ausência de planejamento detalhado, houve o mapeamento de ações e áreas prioritárias, incluindo o monitoramento via planilha em Excel e um cronograma no Portfólio Parlamentar (Figura 4). Também foi identificado a partir das falas dos gestores, a criação de estratégias emergentes para lidar com as restrições orçamentárias e outras adversidades que surgem durante a realização da proposta.

Figura 4

Cronograma previsto para implantação do smart campus

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Definição projeto técnico												
Contratação												
Implantação												
Piloto Operacional												

Nota: Cronograma prospectivo elaborado para o Portfólio parlamentar (2021), organizado em doze meses, não correspondendo necessariamente ao período efetivo de execução das ações.

Quando questionado sobre a etapa inicial do projeto, o Entrevistado 1 revelou que o amadurecimento da ideia de *smart campus*, incluiu um *benchmarking* que se deu por meio de visitas às IES que adotam os princípios do *smart campus*, como a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e seu Projeto *Campus Sustentável*, focado em economia de eletricidade usando a IoT desde 2017. Além disso, os gestores aprofundaram-se na temática ao participar de cursos sobre sustentabilidade energética e eventos específicos.

Esse achado evidencia que, no caso do IFCE Campus Sobral, o planejamento preliminar não se iniciou diretamente pelo diagnóstico técnico da área de intervenção, como previsto no *framework* de Pagliaro *et al.* (2016). Antes disso, houve uma etapa de aprendizagem institucional, sensibilização da gestão e busca por referências externas. Essa evidência sustenta a necessidade de inserir, no modelo adaptado, uma fase preparatória de mobilização institucional e

benchmarking, especialmente em instituições públicas nas quais o conhecimento técnico sobre smart campus ainda está em consolidação.

A partir de então, a gestão realizou o mapeamento dos pontos de melhoria existentes no *campus* junto aos responsáveis pelo projeto. Foram identificados problemas como desperdício de energia e processos manuais ineficientes, além de aspectos que impactariam a continuidade do projeto, em especial a questão financeira. Também houve o levantamento de possíveis iniciativas colaborativas, onde o estabelecimento de parcerias foi considerado um diferencial para a execução da proposta:

Mas uma outra coisa também que chama a atenção do projeto é a questão da colaboração, porque você acaba atraindo outros parceiros para fazer o trabalho e, aí, essas estratégias de sustentabilidade, um dos pontos importantes é a questão da colaboração, da articulação, né? Que eles chamam orquestração (E1).



A primeira parceria do *campus* foi estabelecida com a Unicamp, por meio de visitas às suas instalações, o que construiu um canal para futuras consultas sobre a implementação do projeto: “A Unicamp hoje é um parceiro. Quando eu fico assim: Rapaz, o que está aí na ponta? eles conversam” (E1).

É possível ainda identificar que, apesar de não seguirem uma metodologia padrão, os gestores reconhecem o estabelecimento de parcerias como parte integrante da primeira fase de planejamento, conforme trecho da matéria jornalística: “o projeto será executado aos poucos e a longo prazo. Atualmente, está na fase de planejamento, com busca de parcerias para as tecnologias a serem usadas nos sistemas” (Braga, 2021). Os dados coletados sugerem que a viabilização do projeto *smart campus* depende da formação de parcerias institucionais. Essa prática, é predominante em projetos de *smart campus* consolidados no Brasil, frequentemente desenvolvidos por centros de pesquisa ou institutos das próprias universidades (Vasconcelos & Scaico, 2023).

Após o planejamento preliminar, o modelo de Pagliaro *et al.* (2016) prevê a identificação dos campos de ação. No caso do IFCE *Campus Sobral*, foram identificadas iniciativas relacionadas aos cinco campos estratégicos do modelo: pessoas e vida, economia, energia, meio ambiente e mobilidade. As evidências foram extraídas do Portfólio Parlamentar, de matérias jornalísticas e das entrevistas. Essa correspondência indica aderência parcial ao *framework*, pois o caso contempla os campos previstos no modelo. Contudo, a forma como tais campos foram definidos e priorizados revela uma adaptação contextual: as ações não foram selecionadas apenas por critérios técnicos, mas também pela urgência percebida, pela viabilidade operacional e pela possibilidade de obtenção de recursos externos.

Essa diversidade de iniciativas, que visam à modernização e ao aumento da eficiência do *campus*, alinha-se às principais motivações para implementação do *smart campus* discutidas na seção anterior.

Após a identificação dos campos, o modelo de Pagliaro *et al.* (2016) prevê a fase de aquisição de dados, que envolve a coleta de dados primários e secundários para subsidiar o diagnóstico aprofundado dos campos de ação definidos. No contexto estudado, essa etapa foi marcada por reuniões da gestão do *campus* com representantes de diversos setores, análise documental e monitoramento de recursos como *internet*, energia e água que apresentaram problemas urgentes alinhados aos campos de ação previamente definidos. Os relatos indicaram gargalos operacionais relacionados ao desperdício de energia, à abertura manual de salas, à irrigação, ao inventário patrimonial e ao acesso ao restaurante. Esses problemas orientaram a definição de ações voltadas à automação de processos, racionalização de recursos e melhoria dos serviços.

Essa *internet* de um giga dedicada, a gente percebeu que ela estava acima do que a gente precisava [...] A gente monitorou quanto de *internet* a gente consumia. A gente percebeu que o pico de consulta estava em torno de 360 mega. Aí, a gente contratou agora, já está funcionando, 400 mega de internet dedicado (E1).

Esse achado evidencia aderência parcial ao *framework* de Pagliaro *et al.* (2016), pois demonstra o uso de dados para subsidiar decisões de gestão. Contudo, a análise também revela uma limitação da implementação inicial: os dados coletados ainda não foram convertidos em indicadores sistemáticos para acompanhar o desempenho dos campos de ação, como previsto no modelo original. Após a etapa de aquisição de dados, a metodologia de Pagliaro *et al.* (2016) direciona a análise das informações para a construção de indicadores temáticos. No contexto do IFCE, a consolidação dos dados, obtidos via Portfólio parlamentar e comparados com as entrevistas e matérias jornalísticas possibilitou a identificação das ações previstas e das tecnologias associadas ao planejamento do *smart campus*. O Quadro 6 evidencia que o projeto contempla os cinco campos previstos por Pagliaro *et al.* (2016), mas também revela que a execução das ações depende de condições institucionais e financeiras não suficientemente explicitadas no modelo original.



Quadro 6

Síntese das ações do projeto smart campus por campo de ação

Campo de ação	Ações identificadas no IFCE Campus Sobral	Síntese analítica
Pessoas e vida	Aplicativos de autoatendimento e chatbots; Serviços online; Barramento de dados/Data lake/ Machine learning; Inventário automático; Rede wifi 6; Network Operation Center e infraestrutura de telecomunicações LoraWan; Infraestrutura de retaguarda de TIC; Laboratório Maker; Estúdio de edição de vídeo; Atuação discente na implementação do projeto; Monitoramento e vigilância do campus; Beacons; Video analytics; Controle de acesso por smartphone; e identificação das placas automotivas.	Concentra o maior número de ações, indicando que a melhoria da experiência da comunidade acadêmica e da gestão interna é eixo central do projeto.
Economia	Parcerias para aquisição de equipamentos e criação do Centro de inovação e Tecnologia (CIT).	Evidencia que a viabilidade financeira e institucional depende de articulação externa, aspecto pouco explicitado no modelo original.
Energia	Geração de energia solar.	Relaciona o projeto à eficiência energética e à redução de custos operacionais.
Meio ambiente	Gestão do consumo de água e energia; automatização de iluminação e climatização nas salas de aula e aplicativos para gerenciamento de resíduos.	Associa sustentabilidade à racionalização de recursos e à redução de desperdícios.
Mobilidade	Catracas inteligentes no Restaurante universitário e sistema de navegação no campus.	Indica ações iniciais voltadas à melhoria dos fluxos e do acesso aos serviços.

Fonte: dados da pesquisa (2024).

Pagliaro *et al.* (2016) ressaltam a necessidade de utilizar indicadores para avaliar o desempenho relativo de cada campo de ação. Contudo, embora o IFCE tenha definido ações com base em reuniões, documentos e demandas operacionais, não se identificou a criação de indicadores sistemáticos para o acompanhamento dos campos no período estudado. Essa ausência constitui um limite importante da implementação inicial. Sem indicadores, torna-se mais difícil avaliar a evolução do projeto, comparar campos de ação, medir resultados e justificar prioridades de investimento. Ao mesmo tempo, esse achado reforça a necessidade de adaptar o *framework* à realidade de instituições públicas brasileiras, incorporando mecanismos graduais de monitoramento, compatíveis com a capacidade técnica e operacional disponível.

A partir da análise, a categorização de problemas organiza e prioriza as situações identificadas por gravidade, abrangência e impacto. Quando realizada em momentos distintos, essa etapa possibilita construir cenários

de evolução do campus (Pagliaro *et al.*, 2016). Tal categorização elucida as áreas que demandam intervenção imediata e as que já funcionam como boas práticas. A análise documental não revelou um *ranking* formal de priorização dos problemas ou campos de ação. As ações consideradas prioritárias foram inferidas a partir daquelas já iniciadas ou em andamento, combinando entrevistas, documentos institucionais e matérias jornalísticas. Esse achado evidencia uma diferença em relação ao modelo de Pagliaro *et al.* (2016): no caso estudado, a priorização não decorreu de matriz formal de impacto ou viabilidade, mas da combinação entre urgência percebida, disponibilidade de recursos, facilidade de execução e possibilidade de captação externa.

É possível que uma ação definida como prioritária no planejamento da proposta não seja implementada devido à restrição orçamentária, conforme relatado pelo Entrevistado 2 ao ser questionado sobre a existência de um cronograma de atividades:



A gente vai fazer o que ficar mais fácil, dependendo do recurso. Por exemplo, esse lance da sala de aula para captar recursos seria o melhor custo-benefício, digamos que a gente ia gastar pouco pra iniciar, pra poder chegar a um político. Oh, bacana, vamos investir na Instituição aqui, vamos conseguir recurso (E2).

O entrevistado exemplifica que ações de menor custo inicial poderiam ser usadas para demonstrar viabilidade do projeto e atrair apoio político e financeiro. Assim, a restrição orçamentária condiciona a definição das estratégias, aproximando a implementação de uma lógica adaptativa, na qual as ações são priorizadas conforme os recursos disponíveis e as oportunidades de apoio externo. Esse achado dialoga com Hoppe (2021), ao evidenciar que os sucessivos cortes orçamentários federais têm gerado impactos expressivos no avanço científico e na administração de bens públicos. Assim, a viabilização de melhorias e a manutenção de espaços públicos, como a migração para um *smart campus*, exigirá um comprometimento do poder público e o apoio da sociedade civil para uma gestão eficiente e sustentável.

Com base no diagnóstico consolidado e na categorização dos problemas, Pagliaro *et al.* (2016) indicam que a etapa de definição estratégica deve orientar a escolha das ações para cada campo temático, considerando critérios de viabilidade técnica, financeira e social, podendo ser representadas em matrizes de impacto para facilitar a priorização. O objetivo é selecionar intervenções de alto valor agregado, alocando recursos de forma eficiente e garantindo o alinhamento com os objetivos institucionais de inovação, sustentabilidade e qualidade de vida no *campus*.

No caso do IFCE *Campus* Sobral, contudo, não foi identificada a adoção de ferramentas como matrizes ou modelos formais para o estabelecimento das estratégias. O documento que mais se aproxima do procedimento proposto em Pagliaro *et al.* (2016) para esta etapa, que foca no delineamento de estratégias de ação com base em critérios de viabilidade e priorização é o Portfólio Parlamentar, que reúne ações a serem realizadas, benefícios previstos e o orçamento

necessário, mas carece de um *ranking* explícito das ações prioritárias.

Essa ausência evidencia uma limitação da implementação inicial: embora o projeto apresente aderência ao *framework* de Pagliaro *et al.* (2016) quanto à definição de campos e ações, a escolha das prioridades parece ter sido condicionada por viabilidade financeira, oportunidades de captação e capacidade operacional disponível. Assim, a definição estratégica assumiu caráter mais adaptativo do que formal, reforçando a necessidade de ajustar o modelo à realidade de instituições públicas brasileiras.

O *Portfólio Parlamentar 2020 Smart campus* evidencia estratégias para a modernização da infraestrutura (rede lógica e elétrica), aquisição de mobiliário e equipamentos para laboratórios de inovação, e implementação de sistemas de monitoramento inteligente e geração de energia sustentável. O documento reforça a intenção de gerar dados para subsidiar a tomada de decisão e otimizar recursos, consolidando o *campus* como um espaço inovador, digitalmente estruturado e ambientalmente responsável.

A análise documental também indica o alinhamento entre o Portfólio Parlamentar (2021) e o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do IFCE 2024-2028, especialmente nos objetivos relacionados à melhoria de processos, captação de recursos, inovação, sustentabilidade, infraestrutura e diversificação de receitas (IFCE, 2024). Esse alinhamento mostra que o *smart campus* não constitui uma ação isolada, mas uma estratégia conectada aos objetivos institucionais de médio prazo. Ao mesmo tempo, revela que sua execução depende de cooperação técnica, qualificação de servidores, parcerias externas e recombinação de recursos disponíveis.

Proposição de Adaptações ao Framework de Pagliaro *et al.* (2016)

A análise das ações realizadas no planejamento do *smart campus* no IFCE *Campus* Sobral evidencia dimensões pouco explicitadas no modelo original de Pagliaro *et al.* (2016) quando aplicado às fases iniciais de projetos em instituições públicas brasileiras.

Os dados empíricos mostram que, antes do planejamento preliminar, os gestores realizaram



ações de aprendizagem institucional, buscaram apoio via *benchmarking* e visitas a universidades com iniciativas de *campus* inteligente, o que promoveu a determinação de capacitações e ferramentas para subsidiar o planejamento inicial. Esse movimento antecedeu o diagnóstico técnico e contribuiu para amadurecer a compreensão do conceito de *smart campus*, identificar referências externas e orientar as primeiras decisões do projeto.

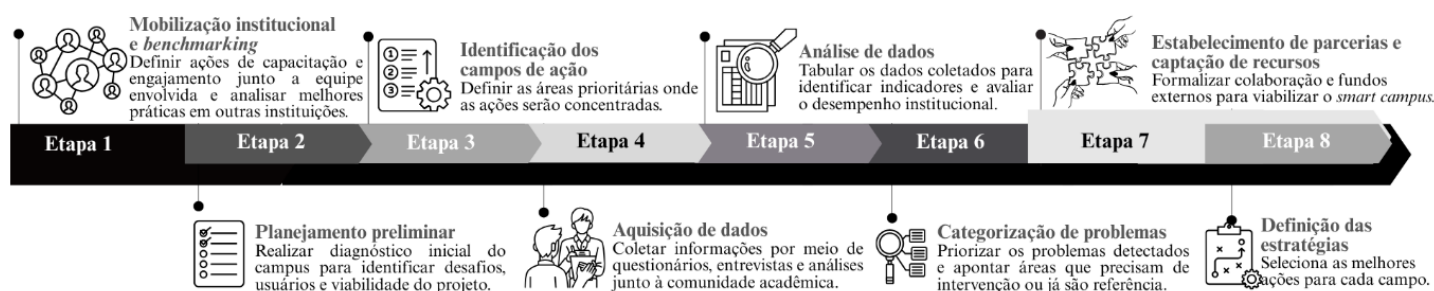
Diante disso, propõe-se a inclusão de uma etapa de “Mobilização institucional e *benchmarking*”, precedente ao planejamento preliminar do *framework*. Essa fase preparatória, essencial em contextos com conhecimento limitado sobre *smart campus*, contempla a conscientização da gestão, a formação técnica inicial da equipe, a participação em eventos e cursos e a busca de referências em experiências já implementadas. No caso analisado, essa etapa mostrou-se necessária, porque o projeto não partiu de uma estrutura técnica previamente consolidada, mas de um processo gradual de apropriação conceitual e institucional. Assim, a evidência empírica sustenta a inclusão dessa fase preparatória no modelo adaptado.

Além disso, os achados indicam que a viabilização do projeto esteve condicionada à articulação de parcerias e à busca por recursos externos. Diferentemente do contexto de origem do modelo de Pagliaro *et al.* (2016), instituições públicas brasileiras enfrentam restrições orçamentárias recorrentes e dependem majoritariamente de ementas parlamentares, órgãos de fomento ou contrapartidas de empresas

e cooperação técnica para implementar projetos de inovação. (Conif, 2023; Hoppe, 2021; Silva *et al.*, 2024). Na experiência do IFCE, demonstrou que a formação de parcerias estratégicas com empresas privadas, universidades e fundações pode suprir limitações técnicas e operacionais. Uma fundação privada disponibilizou recursos para a aquisição de equipamentos destinados ao projeto-piloto, enquanto empresas privadas foram mencionadas como potenciais fornecedoras de tecnologia e apoio operacional. A aproximação com a Unicamp, por sua vez, forneceu referências de *benchmarking* e estabeleceu um canal de diálogo sobre sustentabilidade energética, complementado pela participação dos gestores em cursos relacionados ao tema. Essa orquestração interinstitucional ampliou as possibilidades de desenvolvimento do projeto, evidenciando que a formação de redes e a captação de recursos não atuaram apenas como apoio complementar, mas como condição de viabilidade da implementação. Por isso, sugere-se a inclusão de uma etapa de “Estabelecimento de parcerias e captação de recursos” posicionada antes da definição estratégica, mas com atuação transversal ao longo do projeto, que visa à mobilização de esforços estratégicos para a sustentabilidade financeira e técnica do projeto. Essa etapa abrange a prospecção e formalização de redes de apoio com entidades públicas e privadas, a participação ativa em editais de fomento, a busca por investimentos e a articulação política e institucional que garantam a viabilidade e a expansão das iniciativas do *smart campus* (Figura 5).

Figura 5

Etapas para implementação de smart campus no contexto público brasileiro



Nota: adaptação do modelo de Pagliaro *et al.* (2016) com fases adicionais propostas.



As fases sugeridas conferem ao planejamento uma natureza menos linear e mais adaptativa. A etapa de Mobilização institucional e *benchmarking* ocorreria simultaneamente às fases posteriores, enquanto a etapa de avaliação e melhoria contínua permaneceria ativa até o encerramento do projeto. Essa abordagem contínua e flexível é essencial, pois permite o ajuste dinâmico ao contexto orçamentário, técnicas e institucionais do *campus* (Polin, 2026), aproximando a implementação de uma lógica de inovação frugal e bricolagem organizacional, na medida em que envolve a recombinação de recursos disponíveis e a busca por soluções funcionais, acessíveis e adequadas às restrições do contexto (Baker & Nelson, 2005; Weyrauch & Herstatt, 2017).

Em síntese, as adaptações propostas ampliam a aplicabilidade do *framework* de Pagliaro *et al.* (2016), incorporando as especificidades de ambientes públicos brasileiros. Elas reconhecem que, em instituições com restrições orçamentárias e dependência de apoio externo, a implementação de um *smart campus* exige não apenas planejamento técnico, mas também mobilização institucional, formação de redes, captação de recursos e recombinação de meios disponíveis. Dessa forma, o modelo adaptado torna-se mais sensível às especificidades institucionais, operacionais e contextuais das fases iniciais de implementação em instituições públicas brasileiras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar o processo de planejamento para implementação do *smart campus* no IFCE Campus Sobral sob a luz do *framework* de Pagliaro *et al.* (2016), considerando as especificidades institucionais, operacionais e contextuais de uma instituição pública brasileira nas fases iniciais do projeto.

Os resultados indicam aderência parcial do processo de implementação do *smart campus* no IFCE Campus Sobral às etapas de Pagliaro *et al.* (2016). Embora tenham sido identificados elementos de planejamento preliminar, definição de campos de ação, aquisição e análise de dados, categorização de problemas e definição estratégica, essas etapas ocorreram de forma

emergente e adaptativa, condicionadas por restrições orçamentárias, parcerias externas, disponibilidade de recursos e capacidade operacional do *campus*.

A aplicação do *framework* permitiu identificar duas dimensões relevantes para a realidade de instituições públicas brasileiras. A primeira refere-se à necessidade de uma etapa prévia de mobilização institucional e *benchmarking*, evidenciada por ações de sensibilização, aprendizagem institucional, participação em eventos e busca de referências externas. A segunda diz respeito ao estabelecimento de parcerias e à captação de recursos, dimensão que se mostrou central para viabilizar as ações previstas no projeto, especialmente diante da dependência de apoio externo, editais, articulações políticas e cooperação técnica. Esses achados evidenciam a necessidade de adaptação contextual do modelo, com priorização de intervenções viáveis frente às restrições orçamentárias e o uso do *campus* como *living lab*, corroborando os estudos em diálogo com Bernal *et al.* (2024), Sánchez-Torres *et al.* (2018) e Soares (2023).

Desse modo, o artigo colabora com os estudos de implementação de *smart campus* ao evidenciar que o *framework* de Pagliaro *et al.* (2016), embora útil para analisar o planejamento de um *smart campus*, demanda ajustes que considerem a realidade de IES públicas brasileiras. A contribuição teórica consiste em propor a ampliação contextual do modelo, incorporando dimensões relacionadas à formação de redes, cocriação, à captação de recursos e à recombinação de meios disponíveis e a flexibilidade para superar desafios e lidar com limitações contextuais. A pesquisa contribui para o campo da administração, ao demonstrar, através de um estudo de caso, como instituições públicas articulam visão estratégica, participação coletiva e tecnologias emergentes na construção de soluções inovadoras, mesmo sob restrições orçamentárias e estruturais, abrindo caminho para futuras investigações.

Como contribuição prática, os achados têm o potencial de subsidiar gestores públicos a estruturarem projetos mais aderentes às condições financeiras, operacionais e institucionais do setor público, articulando planejamento técnico,



parcerias e definição gradual de prioridades. Evidencia-se, ainda, o valor social do *smart campus* em instituições públicas, aprimorando ensino, fomentando inovação local e otimizando a gestão de recursos, beneficiando diretamente a comunidade acadêmica e a sociedade.

As limitações do estudo são, principalmente, relativas às limitações do contexto pesquisado, incluindo a ausência de documentação formal estruturada, que dificultou a identificação objetiva de todas as etapas metodológicas, e o número reduzido de servidores diretamente envolvidos no projeto. Para mitigar essas questões, sugere-se pesquisas futuras com múltiplos atores institucionais para ampliar a compreensão das dinâmicas de implementação em contextos públicos diversos.

Para pesquisas futuras, propõe-se ainda aplicar as adaptações sugeridas ao *framework* de Pagliaro *et al.* (2016) para outros *campi* e instituições públicas, incluindo diferentes atores institucionais, como estudantes, técnicos, docentes e parceiros externos e usuários dos serviços para validar empiricamente sua aplicabilidade, bem como a proposição de *frameworks* específicos para smart campus que contemplem dinâmicas emergentes, estratégias de baixo custo e arranjos colaborativos em realidades análogas. Também se recomenda acompanhar longitudinalmente a implementação do *smart campus*, a fim de verificar como as etapas evoluem ao longo do tempo, quais indicadores são adotados e em que medida as adaptações propostas ao *framework* de Pagliaro *et al.* (2016) se mostram aplicáveis em outros contextos públicos brasileiros.

REFERÊNCIAS

- AbuAlnaaj, K., Ahmed, V., & Saboor, S. (2020). A strategic framework for smart campus. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 790–798). IEOM Society International.
- Akhter, S. (2022). Key informants' interviews. In: *Principles of social research methodology* (pp. 389–403). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Alexandre, F. de A. S., & de Alexandria, A. R. (2024). Desenvolvimento educacional em campi inteligentes: uma revisão sistemática de literatura. *REPAE - Revista de ensino e pesquisa em administração e engenharia*, 10(1), 16–35. <https://doi.org/10.51923/repae.v10i1.347>
- Awuzie, B., Ngowi, A. B., Omotayo, T., Obi, L., & Akotia, J. (2021). Facilitating successful smart campus transitions: A systems thinking-SWOT analysis approach. *Applied Sciences*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/app11052044>
- Baker, T., & Nelson, R. E. (2005). Creating something from nothing: Resource construction through entrepreneurial bricolage. *Administrative Science Quarterly*, 50(3), 329–366. <https://doi.org/10.2189/asqu.2005.50.3.329>
- Bandeira, L. K. R., & Neto, M. S. A. (2020). Smart campus no Brasil: a percepção dos gestores das IFEs. *Perspectivas Em Gestão & Conhecimento*, 10(3), 189–204. <https://doi.org/10.22478/ufpb.2236-417X.2020v10n3.48609>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Editora Almedina.
- Bernal, S. M. A., Abad, C. A. P., Bacuilima, W. R. M., & López, D. P. C. (2024). Universidades Inteligentes: Un enfoque innovador para la Educación Superior. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v12i1.695>
- Braga, T. (2024). Sobral planeja ações para seguir com avanços em 2024. <https://ifce.edu.br/sobral/noticias/sobral-planeja-acoes-para-seguir-com-avancos-em-2024>
- Braga, T. (2023). Gestão completa dois anos com avanços em áreas estratégicas. *IFCE Sobral em Destaque*, Ano II(4). <https://www.calameo.com/read/006997259bee3946d0cde>
- Braga, T. (2021). Sobral dá os primeiros passos para se tornar um Smart Campus. <https://ifce.edu.br/sobral/noticias/sobral-da-os-primeiros-passos-para-se-tornar-um-smart-campus-1>
- Budiono, F. L., & Budiarto, H. (2024, September). The Implementation of Smart Campus Design for the Jogja Digital Polytechnic. In: *2024 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)* (pp. 1–9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICISS62896.2024.10751658>
- Carvalho, P. B., Coelho, T. R., & Moura, L. F. (2025). Atributos, barreiras e desafios que impactam o processo decisório no desenvolvimento de smart



campus. Navus-Revista de Gestão e Tecnologia, 16, 1-31. <https://doi.org/10.22279/navus.v16.2064>

Cață, M. (2015). Smart university, a new concept in the Internet of Things. In 2015 14th RoEduNet International Conference—Networking in Education and Research (RoEduNet NER) (pp. 195–197). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RoEduNet.2015.7311993>

Chagnon-Lessard, N., Gosselin, L., Barnabé, S., Bello-Ochende, T., Fendt, S., Goers, S., & Zhang, P. (2021). Smart campuses: Extensive review of the last decade of research and current challenges. IEEE Access, 9, 124200-124234. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109516>

Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Conif). (2023). Governo federal bloqueia mais R\$ 147 milhões da Rede Federal. Portal CONIF. <https://portal.conif.org.br/en/geral/governo-federal-bloqueia-mais-r-147-milhoes-da-rede-federal>

Dong, Z. 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>

Flick, U., Kardorff, E., & Steinke, I. (2004). What is qualitative research? An introduction to the field. In U. Flick, E. Kardorff, & I. Steinke (Eds.). A companion to qualitative research (pp. 3-12). SAGE Publications.

Francisco, A. C. C., Vieira, H. E. M., Romano, R. R., & Roveda, S. R. M. M. (2019). Influência de parâmetros meteorológicos na geração de energia em painéis fotovoltaicos: um caso de estudo do smart campus Facens, SP, Brasil. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, e20190027. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190027>

Freire, L. P., Santos, S. M., Ramos, A. C. D., Milanez, A. F., Lopes, K. R., & Maia, D. C. M. (2025). Gestão da informação no contexto de smart campus: uma revisão sistemática da literatura. Revista Principia, 62. <https://doi.org/10.18265/2447-9187a2022id7835>

Giuriatti, T., Miranda, C., Althof, R. B., Paula, G. L. S., & Souza, J. A. (2023, November). Smart campus:

Uma revisão da literatura para identificação das dimensões que compreendem a customização universitária. In: Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação—ciki. <https://doi.org/10.48090/ciki.v%vi%i.1486>

Gasperina, L. D., Mazutti, J., Brandli, L. L., & Rabello, R. S. (2022). Smart practices in HEIs and the contribution to the SDGs: Implementation in Brazilian university. International Journal of Sustainability in Higher Education, 23(2), 356-378. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2020-0480>

Hidayat, A., & Saputra, I. P. (2020). Implementation voice over internet protocol (VoIP) as a communication media between unit at University Muhammadiyah Metro. International Journal of Information System and Computer Science (IJISCS). <http://dx.doi.org/10.56327/ijiscs.v2i2.603>

Hoppe, M. F. F., Souza, R. C. F., Costa, C. D., Santos, D. A., & Bremer, C. F. (2021). A associação de novas tecnologias a métodos tradicionais de vistorias em obras de arte especiais/ The association of new technologies with traditional inspection methods in special works of art. Brazilian Journal of Development, 7(6), 64770–64790. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-721>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). (2024). Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2024-2028. https://pdi.ifce.edu.br/pdf/pdi_ifce_2024_2028.pdf

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. (2026). Ensino. <https://portal.ifce.edu.br/campus/sobral/ensino/>

Imbar, R. V., Supangkat, S. H., & Langi, A. ZR. (2020). Smart campus model: A literature review. In 2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS) (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICISS50791.2020.9307570>

Jesus, A. B. D., Pereira, J. S., & Santiago, T. E. T (2018). Universidades inteligentes, projeto Smart UCSal: Mapeando e compartilhando alvos de interatividade no Campus de Pituaçu, In Anais 21ª SEMOC. Salvador-BA. 2018.

Jesus, R. G. B., & Camelo, A. K. (2024). Smart campus: Caminhos possíveis para universidades brasileiras. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, 24(3). <https://doi.org/10.1109/ICISS50791.2020.9307570>



org/10.17143/rbaad.v24i3.785

Kou, W., & Park, S. (2022). A distributed energy management approach for smart campus demand response. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Industrial Electronics*, 4(1), 339-347. <https://doi.org/10.1109/JESTIE.2022.3225755>.

Li, W. (2021). Research on teaching management based on smart campus platform and smart classroom. In: *International conference on information systems and computer aided education (ICISCAE 2021)* (pp. 279-283). ACM. <https://doi.org/10.1145/3482632.3482690>

Lobato, E. P. S., Oliveira, A. L. N., Ferreira, J. E. B. S., & Guedes, G. H. (2021). Smart city: Application of the ABNT NBR ISO 37122: 2020 standard in the University City of UFPA. In: *2021 14th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)* (pp. 1258-1265). IEEE. <https://doi.org/10.1109/INDUSCON51756.2021.9529522>.

Madyatmadja, E. D., Noverya, N. A. R., & Surbakti, A. B. (2021, August). Feature and application in smart campus: A systematic literature review. In: *2021 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)* (Vol. 1, pp. 358-363). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech53080.2021.9535021>.

Matos, M. L. (2021). Relatório técnico de proposta de reestruturação da infraestrutura da Universidade de Brasília baseada no conceito de Smart Campus [Produto tecnológico, Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação – PROFNIT, Universidade de Brasília]. Universidade de Brasília.

Nóbrega, P. I. S., 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), Article 9640. <https://doi.org/10.3390/su14159640>

Neis, P., Warch, D., & Hoppe, M. (2023). Testing and evaluation of low cost sensors for developing open smart campus systems based on IoT. *Sensors*, 23(20), 8652. <https://doi.org/10.3390/s23208652>

Ng, J. (2010). The personal web: Smart internet for me. In *Proceedings of the 2010 Conference*

of the Center for Advanced Studies on Collaborative Research (pp. 330-344). <https://doi.org/10.1145/1923947.1923981>

Pagliaro, F. F., Mattoni, B., Gugliermenti, F., Bisegna, F., Azzaro, B., Tomei, F., & Catucci, S. (2016). A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. In *2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2016.7555573>

Polin, K. C. (2026). Planning for Smart Campus Transformation in the Global South: The Case of Papua New Guinea University of Technology (Doctoral dissertation, Queensland University of Technology).

Polin, K., Yigitcanlar, T., Limb, M., & Washington, T. (2023). The making of smart campus: A review and conceptual framework. *Buildings*, 13(4), Article 891. <https://doi.org/10.3390/buildings13040891>

Polin, K. C., Yigitcanlar, T., Limb, M., & Washington, T. (2024). Smart Campus Performance Assessment: Framework Consolidation and Validation Through a Delphi Study. *Buildings*, 14(12), Article 4057. <https://doi.org/10.3390/buildings14124057>

Radjou, N., & Prabhu, J. (2015). Frugal innovation: How to do more with less. *PublicAffairs*.

Samancioglu, N., & Nuere, S. (2023). A determination of the smartness level of university campuses: The Smart Availability Scale (SAS). *Journal of Engineering and Applied Science*, 70, Article 10. <https://doi.org/10.1186/s44147-023-00179-8>

Santos, S. M., Freire, L. P., Maia, D. C. M., Lopes, K. R., & Milanez, A. F. (2025). Análise da viabilidade de implementação de um smart campus na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Pau dos Ferros, Brasil. *Revista Principia*, 62. <https://doi.org/10.18265/2447-9187a2024id8447>

Sánchez-Torres, B., Arboleda-Gómez, J. D., Gómez-Sánchez, M. A., & Agudelo-Muñoz, H. D. (2018). Smart campus: Trends in cybersecurity and future development. *Revista Facultad de Ingeniería*, 27(47), 104-112. <https://doi.org/10.19053/01211129.v27.n47.2018.7807>

Santana, F. S., Dornelas, L. A., & Silva, M. A. R. S. R. (2024). Universidade inteligente e sustentável:



análise das ações de pesquisa e extensão da UNITINS e sua relação com os ODS da agenda 2030. Capim Dourado: Diálogos Em Extensão, 6(2), 435–457. <https://doi.org/10.20873/v6/IS>

Schenatz, B. N. (2019). Smart Campus e Analytics na Gestão de Instituições de Ensino Superior para Redução da Evasão e Promoção da Permanência [Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul]. Repositório Digital da PUCRS. <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8961>

Silva, E. N., Silva, E. F., Silva, F. D. A., Matos, F. R. P., Beker, J. C., Neto, M. S., Castro, M. A. A., Gonçalves, M. L., Miranda, N. V., & Santiago, S. A. (2024). Parcerias estratégicas na promoção da inovação e desenvolvimento regional: Uma análise da relação universidade-empresa na Universidade Federal do Amazonas. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 17(6), 1–21. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.6-235>

Siqueira, T. V. (2023). Implantação de ferramentas de smart cities na infraestrutura de abastecimento de água do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais [Trabalho de Conclusão de Curso, Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, Universidade Federal de Minas Gerais]. Universidade Federal de Minas Gerais.

Soares, B. L. (2023). Smart campus: Uma proposta de planejamento para migração de um campus tradicional para um campus inteligente [Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia].

Sospedra, J. T., Sanchis-Montesinos, C., Pérez-Cuevas, A., Peris-López, M., & García-López, F. (2015). Enhancing integrated indoor/outdoor mobility in a smart campus. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(11), 1955–1968. <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1049541>

Stake, R. E. (2010). Qualitative research: Studying how things work. The Guilford Press.

Stuckrath, C., Rosales-Carreón, J., & Worrell, E. (2025). Conceptualisation of campus living labs for the sustainability transition: An integrative literature review. *Environmental Development*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2025.101143>

Sui, C., & Xie, Y. (2023). The effect of smart campus on the low infection rate in the post-pandemic era. *Science Progress*, 106(2), 1–18. <https://doi.org/10.1177/00368504231171269>

Vasconcelos, B. K., & Scaico, A. (2023). Smart campus: Um estudo exploratório na UFPB – Campus IV [Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Ciência da Computação, Universidade Federal da Paraíba].

Weyrauch, T., & Herstatt, C. (2017). What is frugal innovation? Three defining criteria. *Journal of Frugal Innovation*, 2, Article 1. <https://doi.org/10.1186/s40669-016-0005-y>

Yin, R. K. (2016). Pesquisa qualitativa do início ao fim. Penso Editora.

Zhang, Y., Yip, C., Lu, E., & Dong, Z. Y. (2022). A Systematic Review on Technologies and Applications in Smart Campus: A Human-Centered Case Study, In: *IEEE Access*, 10, 16134–16149. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3148735>.