

Análise da viabilidade de implementação de um *smart campus* na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, câmpus Pau dos Ferros, Brasil

Silvio Martins Santos^{[1]*}, Laís de Paiva Freire^[2], David Candeia Medeiros Maia^[3], Kennedy Reurison Lopes^[4], Alysson Filgueira Milanez^[5]

^[1] silvio.santos@alunos.ufersa.edu.br, ^[2] lais.freire@alunos.ufersa.edu.br,

^[4] kennedy.lopes@ufersa.edu.br, ^[5] alysson.milanez@ufersa.edu.br. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil

^[3] david.candeia@academico.ifpb.edu.br, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campina Grande, Paraíba, Brasil

* autor correspondente

Resumo

O termo "*smart campus*" ou "câmpus inteligente" é frequentemente utilizado para descrever um ambiente acadêmico em que tecnologias da informação e comunicação, como Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*) e computação em nuvem, são empregadas para beneficiar tanto a instituição de ensino quanto sua comunidade. Essas tecnologias podem ser utilizadas para promover a sustentabilidade, aprimorar a experiência de alunos e professores, otimizar a eficiência energética e dos processos, bem como para apoiar pesquisas e projetos inovadores. Este estudo tem como objetivo realizar uma análise de viabilidade para a implementação de um *smart campus* no câmpus Pau dos Ferros da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A partir dos resultados obtidos em um levantamento de informações, que incluiu a aplicação de um formulário eletrônico e a coleta de dados, juntamente com uma pesquisa bibliográfica sobre iniciativas relacionadas a *smart campus*, foi possível constatar o interesse positivo dos usuários do câmpus quanto à ideia de implementação de um *smart campus* na instituição, bem como identificar alguns benefícios que essa implementação pode trazer. Além disso, a literatura comprova a validade da intenção de desenvolver um *smart campus* que incorpore tecnologias de IoT e computação em nuvem como suporte. No entanto, o resultado da análise de viabilidade aponta a falta de tecnologias de IoT no campus como o principal obstáculo para prosseguir com a iniciativa.

Palavras-chave: análise de viabilidade; computação em nuvem; internet das coisas; *smart campus*.

Feasibility Analysis of Implementing a Smart Campus at the Federal Rural University of the Semi-Arid Region – Pau dos Ferros

Abstract

The term "*smart campus*" is often used to describe an academic environment where information and communication technologies, such as the Internet of Things (IoT) and cloud computing, are employed to benefit both the educational institution and its community. These technologies can promote sustainability, enhance the experience of students and faculty, optimize energy efficiency and processes, and support innovative research and projects. This study aims to conduct a feasibility analysis for implementing a *smart campus* at the Pau dos Ferros campus of the Federal Rural University of the Semi-Arid Region (UFERSA). Based on the results obtained from an information survey, which included the application of an electronic form and data collection, along with bibliographic research on *smart campus* initiatives, it was possible to ascertain the positive interest of campus users in the idea of implementing a *smart campus* at the institution, as well as to identify some benefits that such implementation can bring. Furthermore, the literature supports the validity of the intention to develop a *smart campus* that incorporates IoT and cloud computing technologies as support. However, the feasibility analysis indicates the lack of IoT technologies on campus as the main obstacle to proceeding with the initiative.

Keywords: cloud computing; feasibility analysis; internet of things; *smart campus*.

1 Introdução

Existe uma tendência emergente em utilizar a tecnologia da informação e comunicação dentro de uma estrutura integrada e acessível para resolver ou minimizar desafios que grandes cidades enfrentam em relação aos seus recursos e infraestrutura. Esse conceito pode ser definido como cidades inteligentes ou *smart cities* (Ismagilova *et al.*, 2019).

Partindo dessa definição, pode-se utilizar esse mesmo conceito em uma perspectiva menor e em um ambiente mais controlado, como um câmpus universitário, para resolver desafios semelhantes e outros problemas que envolvem o próprio contexto do câmpus. Dessa forma, um *smart campus* surge como a integração das tecnologias de informação e comunicação, reunindo os sistemas de negócios independentes e os recursos da universidade como um todo, com alta capacidade colaborativa, percepção e capacidade de serviço para apoiar o desenvolvimento acadêmico. Além disso, tem a capacidade de criar um ambiente inteligente que suporta a automação de processos, controle remoto e tomada de decisão (Shan, 2020). O principal papel do *smart campus* é oferecer serviços dinâmicos de acordo com as necessidades dos usuários dos sistemas de inteligência, tornando o ambiente acadêmico mais eficiente, ágil e colaborativo (Muhamad *et al.*, 2017).

A adoção de um modelo de *smart campus* implica que a instituição adotará tecnologias atuais e avançadas para controlar e monitorar, de forma automatizada, as instalações do câmpus fornecendo serviços eficientes e de alta qualidade à sua comunidade. Isso leva ao aumento da eficiência e da capacidade de resposta do câmpus e a uma melhor tomada de decisão, utilização do espaço, utilização de recursos e experiência dos alunos (Abuarqoub *et al.*, 2017).

Um dos desafios recorrentes e atuais enfrentados por universidades é a gestão eficaz das informações geradas pelo câmpus. Em um contexto acadêmico, onde a quantidade, diversidade e complexidade dos dados são imensas, a implementação de um *smart campus* pode desempenhar um papel crucial na melhoria dessa gestão, inclusive facilitando processos relacionados à tomada de decisões com base em informações gerenciadas (Freire *et al.*, 2024).

Em um contexto em que um câmpus está inserido, este tem seus próprios desafios, problemas, processos e necessidades. Uma questão interessante seria avaliar como a implementação de um *smart campus* pode melhorar e resolver as necessidades de um câmpus em seu contexto, utilizando soluções e aplicações que se valem de tecnologias como computação em nuvem e Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things – IoT*). Contudo, também se faz necessário avaliar previamente alguns aspectos da instituição antes de adotar um modelo de *smart campus*.

Com a finalidade de encontrar respostas que satisfaçam tal questão, a presente pesquisa realiza uma análise de viabilidade no câmpus Pau dos Ferros, estado do Rio Grande do Norte (RN), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), adotando a sigla UFERSA – PDF neste texto, e identifica a estrutura tecnológica atual do câmpus com base na visão dos seus usuários e da própria instituição, por meio da Superintendência de Tecnologia da Informação (SUTIC). Além disso, tem-se por objetivo avaliar a visão e o interesse dos seus usuários sobre a adoção de um *smart campus*. A realização dessa pesquisa visa dar início aos primeiros passos rumo ao desenvolvimento e construção de uma iniciativa para transformar a universidade em um *smart campus*.

Para atingir o objetivo da pesquisa, utilizou-se como método uma pesquisa bibliográfica para analisar outros trabalhos e suas diferentes formas de adotar e implementar um modelo de *smart campus*. Além disso, essa pesquisa bibliográfica foi utilizada para conduzir o estudo de viabilidade de forma objetiva e fundamentada. Também foi aplicado um formulário eletrônico junto à comunidade para entender o interesse dos seus usuários acerca da implementação de um *smart campus* na instituição.

Os resultados provenientes da pesquisa bibliográfica atestam a viabilidade da ideia principal de construir um *smart campus* utilizando como suporte tecnologias como IoT e computação em nuvem. Os principais resultados obtidos a partir da análise das respostas do formulário eletrônico apontam um interesse positivo da comunidade acadêmica em adotar um modelo de *smart campus*. No entanto, a análise de viabilidade também identificou obstáculos na infraestrutura tecnológica que impedem a evolução da iniciativa no momento.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta um referencial teórico que introduz os conceitos-chave utilizados neste trabalho; a seção 3 apresenta trabalhos relacionados; a seção 4 detalha a metodologia utilizada; a seção 5 apresenta os resultados obtidos; e a seção 6 apresenta a conclusão e trabalhos futuros.

2 Referencial teórico

Nesta seção, serão apresentados os conceitos necessários para fundamentar a presente pesquisa e que servirão para o seu entendimento. Os conceitos apresentados são: *smart cities* (seção 2.1), *smart campus* (seção 2.2), IoT (seção 2.3), *cloud computing* (seção 2.4).

2.1 *Smart cities*

Smart cities, ou cidades inteligentes, constituem um conceito inovador que busca melhorar a qualidade de vida e a eficiência dos serviços públicos por meio da utilização de tecnologias de informação e comunicação. Khan e Zia (2021) definem *smart cities* como áreas urbanas que utilizam diversos tipos de dispositivos e tecnologias para coletar dados de diferentes domínios de uma cidade.

Observa-se que as *smart cities* têm como objetivo tornar as cidades mais adaptáveis e eficientes diante das crescentes demandas urbanas, além de promover a sustentabilidade e reduzir os impactos ambientais (Sanghavi, 2020). Para isso, são utilizadas tecnologias como sensores, inteligência artificial e internet das coisas para coletar e analisar dados em tempo real, permitindo que os cidadãos tomem decisões mais precisas e assertivas para a resolução de problemas urbanos.

2.2 *Smart campus*

Segundo Muhamad *et al.* (2017), existem três grandes abordagens que podem ser usadas para definir um *smart campus*: orientado à tecnologia; adoção do conceito de *smart cities*; e a abordagem baseada no desenvolvimento organizacional e processos empresariais. Um *smart campus* é um ambiente que considera as características específicas de uma instituição de ensino, como a presença de estudantes, professores e pesquisadores. Isso significa que a gestão de edificações e espaços deve estar voltada para as necessidades acadêmicas, promovendo a interação entre as diferentes áreas do conhecimento. Para Imbar, Supangkat e Langi (2020), um *câmpus* pode ser considerado inteligente ao empregar o conhecimento para lidar com desafios, resolver divergências e interesses entre diferentes partes envolvidas, como alunos e colaboradores, além de aproveitar a sabedoria e o conhecimento dos usuários para aprimorar o funcionamento geral do sistema do *câmpus* como um ambiente integrado e harmonioso.

Portanto, um *smart campus* é capaz de criar um ambiente de aprendizado inteligente para seus usuários, transformando-os em força de trabalho inteligente e os integrando à estrutura. O ambiente criado resulta na integração de ensino, gestão, pesquisa científica e vida no *câmpus* com base em vários sistemas e aplicativos de serviço (Dong *et al.*, 2020). O principal papel do *smart campus* é oferecer serviços dinâmicos de acordo com as necessidades dos usuários que utilizam sistemas de inteligência (Muhamad *et al.*, 2017).

2.3 *Internet of Things – IoT*

De acordo com Fleisch *et al.* (2010), a premissa básica da IoT é que quase todos os objetos físicos têm a capacidade de se tornar dispositivos conectados à internet, através da incorporação de pequenos computadores em sua estrutura. Tais objetos são denominados como coisas inteligentes, pois podem realizar tarefas de forma autônoma e inteligente, o que não seria possível sem a capacidade computacional e de comunicação que possuem. Santos *et al.* (2016) acrescentam que a IoT é uma extensão da internet atual, permitindo que objetos do cotidiano, que possuam tais capacidades, possam se conectar à rede, tornando-se parte integrante dela.

No contexto de um *smart campus*, a IoT constitui uma rede de sensores, dispositivos e sistemas integrados que coletam e transmitem dados em tempo real sobre as condições e atividades do ambiente do *câmpus*, como temperatura, umidade, iluminação, tráfego de pessoas e veículos, consumo de energia, água, resíduos, entre outros. Os dados provenientes dos dispositivos podem ser processados em tempo real por meio de algoritmos de inteligência artificial e análise de dados, fornecendo informações valiosas para a gestão do *câmpus* e permitindo tomadas de decisão mais eficientes e baseadas em dados (Atzori; Iera; Morabito, 2010).

2.4 *Cloud Computing*

De acordo com Mell e Grance (2011), a computação em nuvem é um modelo que oferece recursos de computação, armazenamento e rede sob demanda, sem a necessidade de investimentos em

infraestrutura própria. Esse modelo permite que um conjunto compartilhado de recursos computacionais configuráveis, tais como redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços, sejam rapidamente provisionados e liberados com mínimo esforço de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços.

No contexto de um *smart campus*, a computação em nuvem tem uma importância fundamental para implementações IoT em larga escala, uma vez que os dispositivos conectados geram enormes quantidades de dados que precisam ser processados e armazenados em tempo real. Os serviços em nuvem também permitem o gerenciamento e monitoramento remoto dos dispositivos IoT e fornecem uma plataforma escalável para a implementação de novas soluções e serviços no câmpus. A combinação de IoT e computação em nuvem oferece novas possibilidades para melhorar a gestão, a qualidade de vida dos usuários do câmpus e otimização dos recursos disponíveis, gerando benefícios econômicos e ambientais (Armbrust et al., 2010).

3 Trabalhos relacionados

Nesta seção, são apresentados alguns trabalhos que têm como objetivo desenvolver e implementar um modelo de *smart campus*. São apresentadas as ideias principais, as diferentes abordagens e os principais desafios encontrados em cada trabalho.

3.1 A survey on internet of things enabled smart campus applications

A pesquisa realizada por Abuarqoub *et al.* (2017) se concentra em mostrar como aproveitar tecnologias IoT para criar uma abordagem modular para um *smart campus*. O trabalho identifica e destaca os principais benefícios dessa abordagem, como economia de custos e tempo, gerenciamento de energia, água e resíduos, automação da manutenção, proteção ambiental, vigilância eficiente, detecção de movimento e presença, rastreamento automatizado e criação de mapas do câmpus. No entanto, o estudo também identifica desafios, como a necessidade de uma quantidade considerável de sensores IoT, a configuração manual e trabalhosa relacionada aos sensores, a interoperabilidade de dados heterogêneos e o fornecimento de energia para objetos móveis. Esses obstáculos podem se tornar um fator limitante para a implementação das aplicações propostas para os *smart campus* direcionados para IoT.

3.2 A framework for a smart campus: a case of Covenant University

O trabalho de John *et al.* (2017) teve como objetivo desenvolver uma estrutura para um sistema de conservação de energia habilitado para IoT na Covenant University. Essa estrutura visa controlar e monitorar os edifícios e divisões da comunidade em tempo real, utilizando dados coletados para melhorar o fornecimento de eletricidade, minimizar o desperdício e otimizar os recursos energéticos. A infraestrutura inclui sensores de campo baseados em IoT, *smart meters*, um *Building Management System* (BMS) e um centro de controle para monitoramento remoto e aquisição de dados. Os resultados mostraram que esse modelo pode ser replicado em outras comunidades, trazendo benefícios econômicos a partir da análise detalhada da demanda energética, análise preditiva para planejamento de manutenção e incentivo à conservação de energia.

3.3 Smart campus implementation in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: towards a conceptual framework

O estudo de Musa, Ismail e Fudzee (2021) propõe uma estrutura conceitual para a criação de um *smart campus* na Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM). Essa estrutura é composta por quatro pilares: acadêmico, pesquisa, experiência do aluno e serviços; baseando-se em elementos como infraestrutura, finanças, regras, sociedade e tecnologia. O topo da estrutura são as iniciativas e objetivos que podem ser alcançados a partir do funcionamento da base e dos pilares. O projeto desenvolvido na universidade inclui o realinhamento dos sistemas atuais, bem como a proposta de novos sistemas e serviços para os câmpus inteligentes. A pesquisa, baseada em revisão da literatura e uma pesquisa online com alunos da UTHM, sugere que essa estrutura é compatível com a literatura revisada e pode ser um guia eficaz para a implementação de um câmpus inteligente, considerando desafios como limitações financeiras, de tempo e regras específicas, além de priorizar as necessidades das partes interessadas.

3.4 Iniciativa *smart campus*: um estudo de caso em progresso na Universidade Federal do Pará

O estudo de Neves *et al.* (2017) destaca um projeto em andamento na Universidade Federal do Pará (UFPA) para criar um *câmpus* inteligente com a participação ativa da comunidade acadêmica e usuários. O objetivo principal é desenvolver projetos que melhorem a qualidade de vida e a sustentabilidade do *câmpus*, abrangendo desde iniciativas simples até soluções tecnológicas avançadas. O projeto é guiado por um *framework* composto por seis fases. A primeira fase consiste em um planejamento preliminar que inclui a identificação de desafios, potencialidades, benefícios e usuários impactados. As fases seguintes são: refinamento de áreas identificadas na primeira fase, coleta e análise de dados, e definição de estratégias. As áreas selecionadas para inclusão no *smart campus* UFPA abrangem sete eixos: educação, mobilidade, saúde, qualidade de vida e meio ambiente. A iniciativa busca promover a colaboração entre pesquisadores e a comunidade para criar soluções inovadoras que melhorem o bem-estar dos usuários da universidade e a qualidade dos serviços oferecidos.

No entanto, o projeto enfrenta desafios, como incentivar o uso e a colaboração na plataforma, lidar com a hesitação na partilha de informações, garantir a infraestrutura adequada e promover a integração entre os setores da universidade, além de proteger os dados contra ameaças de segurança. A iniciativa *smart campus* UFPA é vista como dinâmica e em constante adaptação, com o objetivo de criar um ambiente acadêmico mais inteligente e conectado, estimulando a colaboração entre diversos agentes para desenvolver soluções inovadoras e eficazes.

3.5 Análise dos trabalhos relacionados

Com base na análise da literatura, fica evidente que todos os trabalhos compartilham o objetivo de adotar e implementar um *smart campus*, embora se diferenciem nas metodologias, resultados e contribuições. Alguns focam em abordagens abrangentes e replicáveis, enquanto outros oferecem soluções práticas para problemas específicos no ambiente acadêmico. Essas iniciativas visam melhorar processos, gestão, eficiência energética, mobilidade e qualidade de vida.

No entanto, este artigo se destaca por não propor imediatamente um *framework* ou desenvolvimento de aplicações. Em vez disso, inicia com uma análise de viabilidade do *câmpus* da UFRSA – Pau dos Ferros, avaliando as necessidades, oportunidades, tecnologias e estruturas atuais, além das perspectivas dos usuários. O objetivo é dar início a uma iniciativa *smart campus* neste *câmpus* específico, destacando uma abordagem inicial diferente em direção à implementação de um *câmpus* inteligente. O Quadro 1 sumariza uma análise comparativa entre o presente trabalho e os trabalhos relacionados.

Quadro 1 – Análise comparativa entre os trabalhos relacionados e a presente proposta

	Abuarqoub <i>et al.</i> (2017)	John <i>et al.</i> (2017)	Musa, Ismail e Fudzee (2021)	Neves <i>et al.</i> (2017)	Presente trabalho
Objetivo	Criar uma abordagem modular para <i>smart campus</i> a partir do uso de tecnologias IoT	Desenvolver uma estrutura adequada para um sistema de conservação de energia habilitado para IoT	Propor uma estrutura conceitual que seja adequada para a implementação de um <i>smart campus</i> na UTHM	Apresentar um estudo em andamento na UFPA na direção de construir um <i>smart campus</i>	Realizar uma análise de viabilidade sobre a UFRSA – Pau dos Ferros se tornar um <i>smart campus</i>
Metodologia	Revisão da literatura	Elaboração de um <i>framework</i>	Elaboração de uma estrutura conceitual	Elaboração de um <i>framework</i> e de um <i>software</i>	Análise de dados e pesquisa bibliográfica
Resultados	Uma lista de aplicativos e seus benefícios para um <i>smart campus</i>	Plataforma para gestão energética a partir da análise de dados em	Uma estrutura conceitual alinhada a literatura e aplicações disponíveis	Uma aplicação mobile gerada a partir do <i>framework</i> elaborado	Análise de viabilidade sobre a implementação de um <i>smart campus</i> em um dos <i>câmpus</i> da

		tempo real			UFERSA
Contribuições	Mostra que as abordagens atuais para <i>smart campus</i> enfrentam limitações específicas que restringem sua aplicabilidade	Facilidade de replicação do modelo em várias comunidades para conservação de energia	A estrutura conceitual pode ser replicada e adaptada para outros câmpus que possuem suas próprias especificidades	A aplicação criada é escalável e replicável para outros câmpus e cidades inteligentes	Identificação de aspectos na estrutura tecnológica do câmpus que estão evoluindo e outros que podem ser implementados
Limitações dos trabalhos	Limita-se em relação à tecnologia IoT	Limita-se à eficiência energética	A aceitação do modelo proposto não foi validada	As soluções estão limitadas ao uso do <i>framework</i>	Limita-se a realizar um estudo de viabilidade que considera poucos aspectos

Fonte: dados da pesquisa

4 Método da pesquisa

Esta pesquisa teve como objetivo compreender a estrutura tecnológica atual da UFERSA – PDF e realizar uma análise de viabilidade sobre a implementação e adoção de um modelo *smart campus*. Para atingir esse objetivo, adotou-se uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica (subseção 4.1) sobre a adoção e implementação de diferentes modelos de *smart campus*. Posteriormente, um formulário eletrônico foi aplicado para entender a estrutura atual do câmpus e a visão dos seus usuários sobre *smart campus* (subseção 4.2). A partir dos dados provenientes da pesquisa, utilizou-se o método de pesquisa qualitativa *Grounded Theory* (subseção 4.3) para a análise das respostas. Por fim, a utilização do método hipotético-dedutivo possibilitou formular hipóteses sobre a viabilidade da implementação e concluir a pesquisa proposta para este trabalho (Silva; Menezes, 2005).

4.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa foi conduzida por meio da análise de artigos em diferentes bases de dados científicos tais como ACM Digital Library¹, IEEE Xplore², Scopus³ e Springer⁴. Também foi utilizado o motor de busca de pesquisas acadêmica Google Scholar⁵. As *strings* de busca utilizadas foram ("*smart campus*" OR "*smart campuses*") AND ("*implementation*" OR "*construction*" OR "*adoption*" OR "*development*") e ("*campus inteligente*") AND ("*implementação*" OR "*construção*" OR "*adoção*" OR "*desenvolvimento*") para verificar trabalhos escritos na língua portuguesa (Silva; Menezes, 2005). Não houve restrição de período para a busca dos trabalhos, assegurando que os estudos selecionados abrangessem uma ampla gama de trabalhos, desde os pioneiros até as mais recentes inovações em *smart campus*.

A escolha desse método se justifica pela necessidade de avaliar outros trabalhos desenvolvidos, tomando-os como base para a realização do estudo de viabilidade de forma objetiva e fundamentada. Os estudos apresentados na seção de trabalhos relacionados (Seção 3) foram encontrados antes da realização desta pesquisa bibliográfica.

Os trabalhos provenientes da busca foram selecionados e separados para análise posterior com base nos seguintes critérios de avaliação:

1. Título;
2. Artigo como tipo de literatura;
3. Quantidade de citações;
4. Escopo do resumo;

¹ <https://dl.acm.org>

² <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

³ <https://www.scopus.com/home.uri>

⁴ <https://link.springer.com>

⁵ <https://scholar.google.com>

5. Coesão com o tema da pesquisa.

Após uma seleção inicial baseada em trabalhos com maior quantidade de citações e leitura do título, os demais critérios de seleção foram aplicados. Embora o título e quantidade de citações tenham sido critérios, reconhece-se que alguns artigos incluídos não tinham um número mínimo de citações, permitindo a exploração de uma gama variada de perspectivas sobre o tema, tanto consolidadas quanto emergentes. O processo de seleção visou à escolha final de dez artigos, justificada por questões de gerenciamento, limitações de tempo e a avaliação de que essa quantidade é suficiente para uma amostra representativa não-probabilística (Lwanga; Lemeshow, 1991).

A partir do resultado do estudo bibliográfico, foi possível identificar aspectos fundamentais, estruturais e tecnológicos para a construção e planejamento de um *smart campus*. Entre esses aspectos, destacam-se a disponibilidade e integração de dispositivos IoT, a utilização de tecnologias como computação em nuvem, a adaptação às necessidades dos usuários e do câmpus, a eficiente utilização dos espaços físicos e o direcionamento adequado de recursos. Esses elementos formam a base para o desenvolvimento de um *smart campus*.

Além disso, durante o processo da pesquisa, foram identificadas ideias mais genéricas de aplicação que podem ser implementadas no contexto do câmpus da UFERSA – PDF, em áreas relacionadas à gestão, mobilidade, eficiência energética e experiência do estudante. Assim, formando uma base teórica para os primeiros passos rumo ao desenvolvimento e construção de uma iniciativa *smart campus*.

4.2 Coleta de dados junto à comunidade acadêmica

Antes de implementar aplicações baseadas em tecnologias IoT e computação em nuvem, é necessário verificar se a UFERSA – PDF dispõe de tais recursos, inclusive para acelerar o processo de desenvolvimento das aplicações. Também é necessário conhecer sua estrutura tecnológica atual para avaliar a proximidade da universidade em se tornar um *smart campus*. Além disso, é importante saber o que os usuários do câmpus pensam sobre a iniciativa *smart campus* de forma geral e em relação à universidade, para medir seu interesse e aceitação.

Para responder a essas questões, foi elaborado um questionário e disponibilizado pela internet, investigando a opinião dos usuários sobre a iniciativa *smart campus* e seus conhecimentos sobre a estrutura tecnológica atual da instituição UFERSA. As perguntas tinham o objetivo de identificar, por exemplo, a presença de sensores IoT e serviços de computação em nuvem, de acordo com a visão e conhecimento dos seus usuários. O objetivo do questionário foi identificar oportunidades e necessidades no câmpus, sua condição atual, e descobrir a perspectiva dos usuários sobre a estrutura da UFERSA – PDF e sobre o câmpus se tornar um *smart campus*.

Antes de coletar os dados, foi realizado um teste preliminar com dois alunos e dois professores da instituição para ajustar as questões do questionário. Para garantir a validade dos dados, foram implementadas medidas para impedir que a mesma pessoa respondesse mais de uma vez e limitar os respondentes a pessoas com e-mails da UFERSA, abrangendo assim o público-alvo. Essas restrições foram oferecidas pela própria ferramenta do formulário.

É importante destacar também que o questionário não foi submetido à avaliação do Conselho de Ética em Pesquisa (CEP) por não envolver a coleta de dados sensíveis ou identificação de informações pessoais. A pesquisa focou nas opiniões gerais dos usuários sobre *smart campus* e na avaliação da estrutura tecnológica da UFERSA – PDF, temas que não requerem avaliação ética rigorosa. Todos os participantes foram informados sobre o estudo e consentiram voluntariamente, garantindo transparência e conformidade ética.

4.2.1 O questionário

O questionário foi disponibilizado na internet por meio do Google Forms⁶ e direcionado a todos os usuários do câmpus, incluindo servidores, docentes e discentes, por meio de solicitações de divulgação da pesquisa às coordenações de curso. O questionário incluiu perguntas subjetivas e objetivas com o intuito de obter informações sobre o perfil dos participantes da pesquisa, como sua

⁶ <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>

função na UFERSA – PDF e seu grau de instrução. Além disso, foram incluídas perguntas sobre o conhecimento dos participantes em relação às tecnologias IoT e serviços de computação em nuvem presentes no câmpus, bem como suas perspectivas e conhecimento sobre *smart campus*.

O formulário é composto por duas seções. A primeira apresenta um breve texto sobre a pesquisa, explicando conceitos importantes e seus objetivos, além do termo de consentimento livre esclarecido. Este termo é utilizado para que o participante confirme se concorda em disponibilizar o uso das informações presentes no formulário para fins educativos, assegurando a confidencialidade e a privacidade dos dados coletados.

A segunda seção apresenta as perguntas relacionadas a *smart campus*. Nesta seção, o formulário inicialmente apresenta um texto introdutório sobre *smart campus* e, posteriormente, dispõe as perguntas ao participante. Um documento que apresenta o formulário por completo, gerado pela própria ferramenta, está disponível no repositório⁷. Além disso, também há disponível para acesso uma cópia do formulário⁸ eletrônico original.

As perguntas subjetivas foram elaboradas para descobrir informações sobre a função do usuário na universidade e sobre a estrutura tecnológica atual do câmpus, compreender a percepção de cada grupo de participantes sobre a instituição e sua participação em atividades acadêmicas, bem como na utilização dos recursos disponíveis. Já a pergunta em relação ao grau de instrução, pode indicar o nível de conhecimento prévio que o usuário possui sobre *smart campus*, as tecnologias associadas como IoT e computação em nuvem, e como isso pode afetar suas respostas e compreensão das perguntas.

As outras seis questões objetivas utilizam a escala do tipo Likert e foram construídas com base em alguns artigos da revisão bibliográfica dispostos no Quadro 2. Na revisão realizada, foi possível identificar fatores essenciais para a implementação de um *smart campus*, incluindo a eficiência energética, a experiência do estudante, a gestão do câmpus e os recursos disponíveis. Com base nesses tópicos, perguntas específicas foram formuladas para orientar a investigação entre os usuários do câmpus.

O Quadro 2, resume as perguntas que utilizam a escala de Likert presentes no repositório. A primeira coluna apresenta a numeração da questão, a segunda coluna o contexto da pergunta e a última coluna apresenta as referências para inspiração das perguntas.

Quadro 2 – Síntese sobre cada pergunta elaborada

Pergunta	Contexto da pergunta	Referência bibliográfica
6	Visão dos usuários sobre <i>smart campus</i>	Zhamanov <i>et al.</i> (2017)
7	Estrutura tecnológica atual da UFERSA	Zhamanov <i>et al.</i> (2017)
8	Eficiência energética	Yang <i>et al.</i> (2020)
9	Experiência do usuário	Li <i>et al.</i> (2017)
10	Gestão, eficiência e produtividade	Valks <i>et al.</i> (2021)
11	Visão sobre instituições modernas	Cao <i>et al.</i> (2018)

Fonte: dados da pesquisa

A utilização da escala de tipo Likert como resposta para as perguntas foi escolhida pela facilidade da resposta, por permitir uma boa sensibilidade para medir a opinião ou atitude dos entrevistados e por permitir a possibilidade de realizar análises estatísticas para verificar a consistência e a precisão das respostas (Joshi *et al.*, 2015). Na escala utilizada, os respondentes têm cinco opções de resposta: "Discordo totalmente" (1), "Discordo" (2), "Não concordo nem discordo" (3), "Concordo" (4) e "Concordo totalmente" (5). Cada número representa um grau diferente de concordância ou discordância com a afirmação apresentada.

4.3 Metodologia de pesquisa e abordagem teórico-metodológica: *Grounded Theory*

A *Grounded Theory*, ou Teoria Fundamentada nos Dados (TFD), é uma abordagem de pesquisa qualitativa desenvolvida por Glaser e Strauss (1968) que busca criar teorias a partir dos dados obtidos, em vez de testar hipóteses pré-estabelecidas. Essa metodologia utiliza os dados coletados como ponto de partida para a construção de uma teoria ou explicação para o fenômeno estudado, ao invés de partir

⁷ <https://drive.google.com/file/d/1ionCgtadUTj3DY7Qf6uCmEwpuInzM5xb/view?usp=sharing>

⁸ <https://forms.gle/1VUhUepZPFHy34C18>

de suposições prévias ou teorias existentes (Corbin; Strauss, 2014). Essa técnica pode ser usada em diversas áreas do conhecimento, pois permite a identificação de ideias amplas, a criação de explicações teóricas que ultrapassam o conhecimento estabelecido e proporciona novas perspectivas sobre uma ampla gama de experiências e fenômenos (Corbin; Strauss, 2014).

Como o estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa, a *Grounded Theory* foi escolhida como ferramenta metodológica para realizar a análise das respostas do questionário devido à sua capacidade de lidar com a subjetividade na compreensão do conhecimento dos usuários do câmpus sobre a estrutura tecnológica atual e sobre seus conhecimentos e percepções em relação à ideia de *smart campus*.

Para o processo de análise de dados, após a obtenção das respostas, iniciou-se o processo de codificação das respostas, que envolve a categorização e organização de informações provenientes da pesquisa. Existem diferentes tipos de codificação que podem ser utilizados, dependendo da natureza dos dados e do objetivo da pesquisa (Strauss; Corbin, 2008).

Para esta pesquisa foi utilizada a codificação aberta para análise dos dados, que envolve examinar informações e interpretá-las. Isso inclui tanto os dados brutos quanto as interpretações dos pesquisadores. Durante o processo de codificação, os dados são divididos em partes distintas e comparados em busca de semelhanças e diferenças. As semelhanças são agrupadas, abstraindo os conceitos e dividindo-os em categorias, que representam os fenômenos e serão posteriormente desenvolvidos em termos de características e recorrências (Strauss; Corbin, 2008).

Dessa forma, a *Grounded Theory* permitirá uma análise mais detalhada das respostas dos participantes, possibilitando a construção de teorias que expliquem suas percepções e conhecimentos sobre o *smart campus* e a estrutura tecnológica do câmpus, baseando-se diretamente nos dados coletados durante a pesquisa.

5 Resultados e discussões

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica realizada (subseção 5.1), bem como os resultados dos dados coletados do formulário (subseção 5.2). Posteriormente, é apresentada uma análise e discussão sobre cada um dos resultados (subseção 5.3). Por fim, é realizado um apanhado geral sobre os resultados, incluindo uma proposta de análise de viabilidade a partir das informações coletadas, que é o objetivo proposto por esta pesquisa (subseção 5.4).

5.1 Resultados da pesquisa bibliográfica

Os resultados derivados da pesquisa bibliográfica forneceram um total de 10 artigos considerados relevantes e que serão utilizados para embasar e justificar o estudo de viabilidade. Nos trabalhos encontrados, é possível identificar padrões, tecnologias e conceitos fundamentais para a implementação de um *smart campus*. Além disso, a pesquisa permitiu a identificação de alguns desafios relacionados às tentativas de implementação descritas nos trabalhos. Antes de apresentar as principais contribuições de cada trabalho para este estudo, o Quadro 3 destaca de forma estruturada um comparativo de cada um dos artigos selecionados em relação aos objetivos principais, abordagem utilizada no estudo e os principais resultados de cada um.

Quadro 3 – Comparativo dos artigos selecionados em relação aos objetivos, abordagens utilizadas e principais resultados

Autor/ano	Objetivo	Abordagem do estudo	Principais resultados
AbuAlnaaj, Ahmed e Saboor (2020)	Busca definir critérios fundamentais e propõe um <i>framework</i> estratégico para o desenvolvimento de um <i>smart campus</i>	Revisão da literatura	Os resultados apresentam um <i>framework</i> e sugerem que a estrutura baseada em IoT e computação em nuvem são infraestrutura principais de suporte para um <i>smart campus</i>
Pagliaro <i>et al.</i> (2016)	Adaptar e ampliar um modelo de <i>smart city</i> para criar um <i>smart campus</i> , utilizando planejamento	Planejamento integrado e adaptativo	Concluí que a aplicação de modelos de planejamento e desenvolvimento é eficiente para melhorar câmpus universitários e transformá-los em <i>smart campus</i>

	inteligente e integrado		
Nie (2013)	Explorar como a computação em nuvem e a IoT podem ser aplicadas na construção de <i>smart campuses</i>	Análise do estado da arte	Reconhece que IoT e computação em nuvem como tendência inevitável para <i>smart campus</i> e reforça a necessidade do desenvolvimento de <i>smart campuses</i> como suporte a desenvolvimento de educação
Cheng e Xue (2016)	Propor um programa para a construção de um <i>smart campus</i> que utilize computação em nuvem, IoT e outras tecnologias	Pesquisa aplicada	A análise mostra que as novas tecnologias de informação estão desempenhando papéis cada vez mais importantes na melhoria da inovação educacional
Malatji (2017)	Desenvolver um <i>framework</i> para <i>smart campus</i> que se adeque em universidades africanas	Estudo de caso	Desenvolvimento de um <i>framework</i> para <i>smart campus</i> que destaca a necessidade de boa governança e participação ativa de estudantes e funcionários para sua implementação eficaz
Li (2020)	Projetar uma plataforma de serviços baseada em computação em nuvem para o desenvolvimento de <i>smart campus</i>	Pesquisa de desenvolvimento de tecnologia	Os resultados sugerem que a computação em nuvem em ambientes educacionais pode reduzir custos, melhorar a eficiência operacional e criar um ambiente de ensino mais seguro
Imbar, Supangkat e Langi (2021)	Desenvolver um modelo de <i>smart campus</i> que sirva como referência para universidades	Revisão da literatura e estudo de caso	Um modelo foi proposto, porém ainda precisa ser implementado e validado através da coleta de dados para verificar sua eficácia e aplicabilidade
Zhang (2022)	Propor uma solução geral de construção de rede de <i>smart campus</i> com suporte à tecnologia 5G	Pesquisa aplicada	O estudo destaca que o avanço da tecnologia 5G oferece inovação e oportunidades para a construção de <i>smart campus</i>
Jacoski e Hoffmeister (2019)	Analisar de forma teórica as condições para estruturação de um <i>smart campus</i>	Estudo de caso	Os principais resultados destacam a incorporação de ferramentas tecnológicas no cotidiano dos estudantes, melhorias na governança e gestão institucional através do uso de informações em tempo real, e metodologias de aprendizagem ativas e interativas
Cao <i>et al.</i> (2018)	Projetar uma arquitetura geral para <i>smart campus</i> visando criar um ambiente educacional virtual	Revisão da literatura	O estudo reconhece um <i>smart campus</i> como facilitador para a transformação educacional, com grandes benefícios potenciais advindos da aplicação de tecnologias avançadas, apesar dos desafios técnicos atuais

Fonte: dados da pesquisa

Os critérios utilizados para a seleção dos artigos estão presentes na seção de Metodologia (subseção 4.1). A aplicação desses critérios junto aos artigos retornados das *strings* de busca resultou na lista de trabalhos disposta a seguir. Para cada trabalho descrito na lista, há informações sobre seu tema e as principais contribuições de cada estudo para o presente trabalho.

AbuAlnaaj, Ahmed e Saboor (2020) realizaram um estudo levando em consideração tecnologias IoT e computação em nuvem como principal infraestrutura que suporta um *smart campus*. É destacado que um câmpus inteligente construído com base nessas tecnologias pode favorecer o câmpus nas áreas de gestão energética, mobilidade, segurança, experiência dos usuários e aprendizado. Como conclusão, os autores apresentaram uma tabela construída a partir de uma revisão da literatura que relaciona cada área com aplicações que podem ser implementadas baseadas em IoT e computação em nuvem, e as razões pelas quais essas aplicações podem ser desenvolvidas.

Pagliaro *et al.* (2016) desenvolveram um trabalho com o objetivo de criar uma estrutura metodológica capaz de apoiar escolhas estratégicas e adequadas para transformar um câmpus tradicional em um câmpus inteligente. A abordagem do projeto possui a seguinte estrutura:

planejamento preliminar, identificação de campos de atuação, aquisição de dados, categorização de problemas e definição de estratégias. O trabalho não apresenta uma estrutura tecnológica para o desenvolvimento de um *smart campus*, mas a abordagem metodológica proposta ajuda a encontrar necessidade e oportunidade do câmpus para começar sua evolução rumo ao *smart campus*.

Nie (2013) assume que um *smart campus* é o resultado da aplicação da integração da computação em nuvem e IoT. Levando isso como afirmação, seu trabalho apresenta uma discussão sobre o status do *smart campus* no campo da educação, apresenta uma análise do estado da arte sobre *smart campus* na época da elaboração do trabalho e realiza uma análise das aplicações. Como conclusão do trabalho, Nie (2013) apresenta dois problemas na implementação de um câmpus inteligente: o difícil compartilhamento de recursos de informação e problemas com os padrões de dados, devido à diversidade de fabricantes de etiquetas e sensores.

Cheng e Xue (2016) apresentaram em seu trabalho um programa para construir um *smart campus* com base em tecnologias como a computação em nuvem, IoT e outras. Sua contribuição principal reside na elaboração de uma arquitetura de sistema inteligente baseada em nuvem para redes e computação. Essa arquitetura abrange serviços unificados, tais como o portal do câmpus, a plataforma de suporte de serviço, a plataforma de integração de dados e a plataforma de serviços de integração de rede, juntamente com um sistema padrão de segurança e manutenção de informações. Os autores destacam que, apesar do notável avanço tecnológico, persistem desafios significativos na integração efetiva da tecnologia da informação no campo educacional e no desenvolvimento tecnológico.

Malatji (2017) teve como objetivo fornecer diretrizes e recomendações utilizando um *framework* para ajudar as universidades africanas a se tornarem mais inteligentes e eficientes. O artigo destaca que existem diferenças fundamentais entre as universidades europeias e africanas. Uma das diferenças, por exemplo, é que no modelo europeu, pessoas inteligentes e o estilo de vida inteligente são agrupados em uma única categoria, enquanto na pesquisa em questão, elas são separadas, pois na África ambas as categorias precisam de atenção individualizada. O artigo não aborda estruturas tecnológicas para dar suporte ao *framework* apresentado.

Li (2020) buscou construir uma arquitetura geral para *smart campus* baseada em computação em nuvem. A ideia é utilizar a tecnologia em nuvem para otimizar a alocação de recursos e alcançar um ambiente acadêmico eficiente, conveniente, científico, harmonioso, seguro, sustentável e energeticamente eficiente. O autor destaca que um dos problemas em relação à construção de um *smart campus* é a falta de desenvolvimento de aplicações, o que segundo ele faz parte do estágio inicial do processo de construção. Na conclusão, é deixado claro que, por meio da computação em nuvem, é possível reduzir os custos de construção e instalação de hardware de rede no câmpus e aumentar a capacidade de operar informações.

Imbar, Supangkat e Langi (2021) desenvolveram um trabalho que apresenta um modelo de *smart campus* para universidades interessadas em implementar um câmpus inteligente na Indonésia. Esse modelo foi desenvolvido a partir de um modelo de *smart cities* já existente. O modelo resultante do trabalho inclui um novo processo de sistema inteligente para medir o nível de inteligência do sistema e identificar áreas para melhorias, o que difere do modelo utilizado como base. No entanto, a falta de aplicação do modelo em um cenário real é uma limitação destacada pelos autores.

Zhang (2022) em seu trabalho apresenta uma proposta para construção de um *smart campus* com suporte à tecnologia de rede 5G, com a justificativa de ter o potencial de conectar tecnologias já existentes e inovadoras como a IoT. A partir do esquema proposto para o sistema de rede do *smart campus* baseado em 5G pode ser utilizada como suporte para tecnologias e serviços de comunicação. A pesquisa também sugere que essa tecnologia pode ser usada para reduzir custos e melhorar a eficiência operacional, a capacidade de resposta e a segurança de um *smart campus*.

Jacoski e Hoffmeister (2019) realizaram um estudo de caso em uma universidade para analisar as condições necessárias para a estruturação de um *smart campus* na instituição, com o objetivo de oferecer serviços inteligentes para a comunidade acadêmica. A partir das ações tomadas pela universidade, observaram-se modificações nos espaços físicos, na utilização de energia fotovoltaica e na captação da água da chuva. Não ficou clara a estrutura tecnológica da universidade que dá suporte aos serviços oferecidos, como a presença de sensores IoT. No entanto, de acordo com os resultados, há uma série de indicativos, ferramentas e condições associadas ao termo *smart campus*.

Cao *et al.* (2018), em seu trabalho, buscaram desenvolver uma arquitetura geral para *smart campus* com suporte de tecnologias como a computação em nuvem e IoT. A proposta de arquitetura visa criar um ambiente educacional virtual onde o ensino, pesquisa, gerenciamento, serviços técnicos relacionados à vida no câmpus são integrados. Na conclusão do trabalho, os autores deixam claro que um câmpus que tem tais tecnologias como IoT e computação em nuvem possui o potencial de obter análises e interpretações de dados provenientes do ambiente e que podem gerar informações valiosas e de interesse da comunidade.

5.2 Resultados do estudo de levantamento

O estudo de levantamento e coleta de dados foi conduzido por meio de um formulário eletrônico, distribuído via e-mail às coordenações de curso do câmpus, com o intuito de ser repassado aos alunos. O formulário também foi divulgado em comunidades virtuais e redes sociais associadas ao câmpus, convidando os membros dos grupos de interesse a participarem da pesquisa.

A partir da identificação das funções dos participantes no ambiente universitário, foi possível categorizar os respondentes em três grupos principais: discentes, docentes e servidores técnicos administrativos.

Duas observações se destacam com relação à pergunta aberta sobre a função do participante na instituição. Primeiramente, um dos respondentes descreveu sua função na UFERSA como "arquiteto nuclear". Em segundo lugar, outro respondente incluiu seu nome completo na mesma resposta. Diante das demais respostas, foi possível concluir que ambos eram discentes do câmpus. Portanto, foram categorizados e codificados como pertencentes ao grupo de discentes.

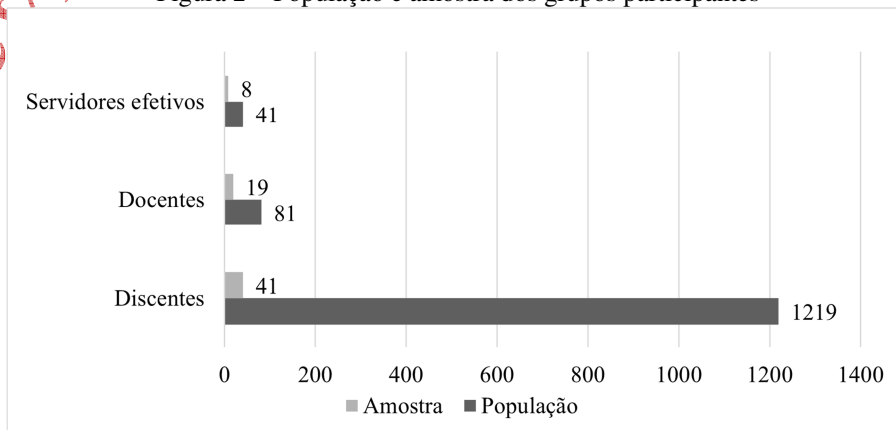
É importante ressaltar que as respostas podem ter sido fornecidas sem a devida seriedade esperada ou até mesmo com má vontade por parte dos respondentes. Além disso, pode ter ocorrido mal-entendido por parte do respondente que incluiu seu nome em relação à pergunta sobre sua função na instituição, resultando em uma resposta que não reflete precisamente sua posição ou papel na instituição. Por esse motivo, uma análise cuidadosa das respostas foi realizada, levando em consideração o contexto geral das informações fornecidas pelos participantes, com o objetivo de aproveitá-las adequadamente.

Com relação à representatividade da amostra em relação à população do câmpus, consultaram-se os dados do relatório anual de gestão da UFERSA para o ano de 2022 (UFERSA, 2023). De acordo com o relatório, o câmpus Pau dos Ferros conta com um total de:

- 1219 discentes;
- 81 docentes;
- 42 servidores técnicos administrativos.

A Figura 2 detalha a quantidade de participantes da pesquisa por grupo, em relação à população descrita nos itens anteriores. Em porcentagens, a quantidade de discentes participantes da pesquisa corresponde a 3,36% da população, a quantidade de docentes corresponde a 23,46%, e a quantidade de servidores técnicos administrativos corresponde a 19,51%.

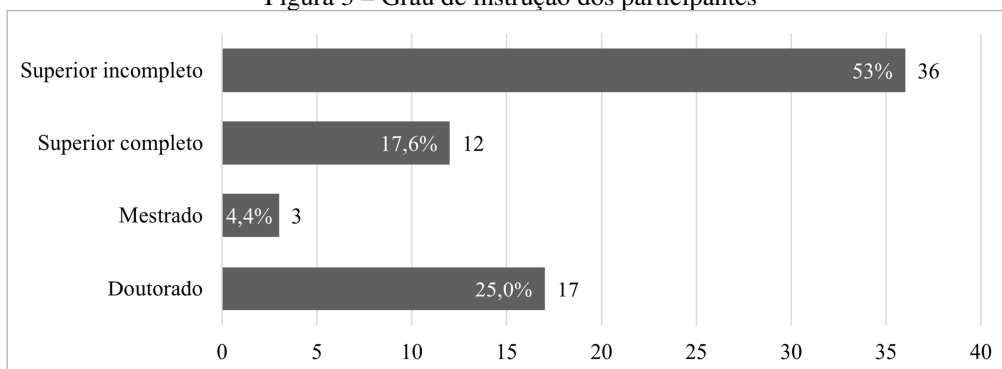
Figura 2 – População e amostra dos grupos participantes



Fonte: dados da pesquisa

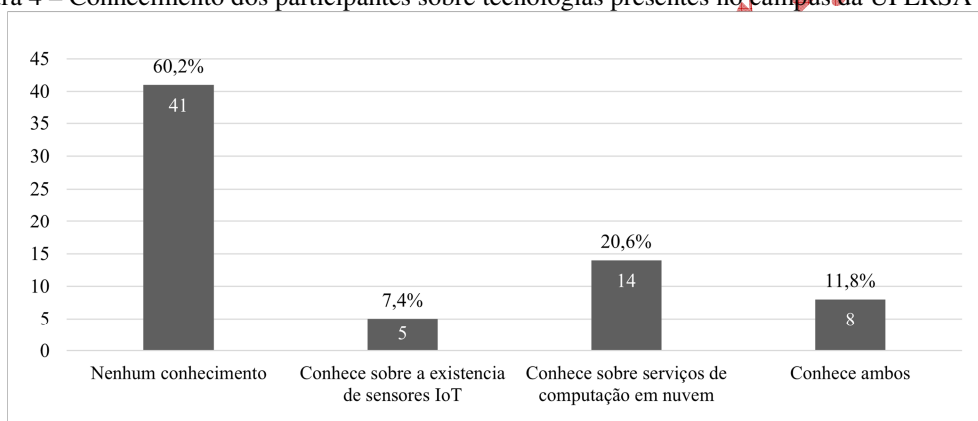
Em relação ao nível de instrução dos participantes, a Figura 3 apresenta uma síntese das repostas coletadas. Sobre o conhecimento dos participantes em relação às tecnologias da informação e comunicação presentes na UFERSA – PDF, especificadamente à presença de sensores IoT e serviços de computação em nuvem, a Figura 4 apresenta um resumo das repostas coletadas.

Figura 3 – Grau de instrução dos participantes



Fonte: dados da pesquisa

Figura 4 – Conhecimento dos participantes sobre tecnologias presentes no câmpus da UFERSA – PDF



Fonte: dados da pesquisa

Uma das perguntas subjetivas buscava descobrir se os respondentes tinham conhecimento sobre os serviços de computação em nuvem disponíveis no câmpus. Os respondentes foram solicitados a descrever quais serviços conheciam, caso tivessem conhecimento sobre esses.

Foram coletadas diversas repostas, totalizando 30, as quais foram agrupadas por meio de codificação aberta, conforme previamente descrito na Seção 3. Essa codificação foi realizada de maneira interativa e, após várias interações, foi possível chegar a uma síntese de todas as repostas (Strauss; Corbin, 2008). O resultado do processo de codificação indicou algumas categorias emergentes do campo, que podem ser observadas no Quadro 4. A planilha⁹ detalhando o processo de codificação dos dados está disponível para consulta.

Quadro 4 – Resultado do processo de codificação e agrupamento das repostas

Categoria	Subcategoria	Código	Significado
Conhecimento dos respondentes	Serviços de computação em nuvem presentes no câmpus	#CODPA-NA	A resposta não corresponde ao que foi perguntado
		#CODPA-001	O SIGAA utiliza serviços de computação em nuvem
		#CODPA-002	AWS Academy
		#CODPA-003	A instituição utiliza diversos serviços em nuvem, tais como armazenamento de

⁹ https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nI0jjOr6tc3tA9wDX1UNf5UpoQNEI8GWdLLsO_2xFgQ/edit?usp=sharing

			arquivos, processamento de informações em máquinas virtuais, resolução de nomes e compartilhamento de arquivos, incluindo o <i>drive</i> do <i>e-mail</i>
		#CODPA-004	As usinas solares são integradas para fornecer dados direto para a nuvem, bem como a estação meteorológica

Fonte: dados da pesquisa

Para facilitar a compreensão dos resultados das perguntas que empregam a escala Likert, a lista a seguir descreve o conteúdo das perguntas do questionário. No Quadro 5, as respostas estão organizadas, com a primeira coluna indicando a pergunta correspondente a cada resposta.

- A primeira pergunta visava avaliar o nível de concordância dos respondentes sobre a UFERSA – PDF se tornar um *smart campus* (respostas no Quadro 5, linha 2);
- A segunda pergunta procurava identificar o nível de concordância dos respondentes sobre a UFERSA – PDF possuir a estrutura necessária para se tornar um *smart campus* a curto ou médio prazo. As respostas estão dispostas no Quadro 5, linha 3;
- A terceira pergunta visava identificar o nível de concordância dos respondentes sobre a melhoria da eficiência energética da UFERSA – PDF a partir da implementação de um modelo *smart campus* na instituição. As respostas estão dispostas no Quadro 5, linha 4;
- A quarta pergunta procurava identificar o nível de concordância dos respondentes sobre a melhoria da experiência dos estudantes da UFERSA – PDF a partir da implementação de um modelo *smart campus* na instituição. As respostas estão dispostas na Quadro 5, linha 5;
- A quinta pergunta visava identificar o nível de concordância dos respondentes sobre a melhoria da eficiência e produtividade dos setores administrativos da UFERSA – PDF a partir da implementação de um modelo *smart campus* na instituição. As respostas estão dispostas no Quadro 5, linha 6;
- A sexta e última pergunta questionava o nível de concordância dos respondentes sobre a melhoria da imagem do câmpus e da instituição como inovadora e moderna com a implementação de um modelo *smart campus*. As respostas estão no Quadro 5, linha 7.

Quadro 5 – Respostas às perguntas que utilizaram uma escala do tipo Likert

	Discordo totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
1ª pergunta	0,0%	1,5%	11,8%	17,6%	69,1%
2ª pergunta	5,9%	16,2%	35,3%	22,1%	20,5%
3ª pergunta	0,0%	0,0%	10,3%	32,4%	57,3%
4ª pergunta	0,0%	0,0%	5,9%	26,5 %	67,6%
5ª pergunta	0,0%	1,5%	10,3%	26,5 %	61,7%
6ª pergunta	0,0%	1,5%	5,9%	16,2 %	76,4%

Fonte: dados da pesquisa

5.3 Discussão dos resultados

Os resultados deste estudo fornecem indicadores importantes para análise de viabilidade da implementação de um *smart campus* na UFERSA – PDF.

5.3.1 Discussões sobre o estudo de levantamento

A análise dos dados coletados revela um forte interesse por parte da comunidade acadêmica representada pelos respondentes da pesquisa em transformar o câmpus UFERSA – PDF em um *smart campus*. Embora alguns dos respondentes não possuam um conhecimento aprofundado sobre o tema, demonstram interesse em explorar os benefícios potenciais inicialmente oferecidos por um *smart campus*.

Quanto à infraestrutura tecnológica do câmpus, grande parte dos respondentes não está familiarizada com dispositivos IoT e serviços de computação em nuvem disponíveis no local. No entanto, os que possuem conhecimento destacaram contribuições significativas. Em particular, a

presença de dispositivos IoT no câmpus parece ser resultado de implementações isoladas por meio de projetos de pesquisa de estudantes, não sendo amplamente conhecida pela comunidade acadêmica.

A SUTIC, unidade responsável pela tecnologia da informação e comunicação na UFERSA, informou que não possui conhecimento específico sobre a presença de sensores IoT no câmpus quando questionada. Reconhecem a importância desses dispositivos, mas citam limitações de recursos como um obstáculo para sua implementação (SUTIC, 2023).

Quanto aos serviços de computação em nuvem utilizados pela universidade, a análise das respostas revela que:

1. O Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), responsável por gerenciar disciplinas e todas as informações relativas à vida acadêmica do aluno, é utilizado por grande parte dos usuários da instituição e opera utilizando serviços de computação em nuvem;
2. A instituição faz uso de diversos serviços em nuvem, como armazenamento de arquivos, processamento de informações em máquinas virtuais, resolução de nomes (*Domain Name System* – DNS) e compartilhamento de arquivos, incluindo o *drive* dos e-mails institucionais;
3. A UFERSA é associada à AWS Academy¹⁰, que oferece cursos e recursos para ensino sobre computação em nuvem e a plataforma AWS na instituição;
4. As usinas solares e a estação meteorológica do câmpus são integradas para fornecer dados diretamente para a nuvem.

As informações específicas sobre usinas solares e uma estação meteorológica integradas à nuvem sugerem a presença de projetos de pesquisa específicos no câmpus, não fazendo parte de uma ação da instituição, já que não foi confirmado explicitamente através do e-mail resposta enviado pela SUTIC.

Em resposta direta sobre os serviços de computação em nuvem, a SUTIC confirmou a existência desses serviços na instituição, resultado de licitação com o Ministério da Economia. Este processo inclui a gestão e disponibilização de recursos através de um intermediário para órgãos públicos autônomos como a UFERSA. A migração contínua de serviços para a nuvem está em andamento (SUTIC, 2023).

Em resumo, os dados do estudo de levantamento revelam um interesse considerável da comunidade do câmpus na implementação de um *smart campus* no câmpus da UFERSA – PDF. No entanto, a infraestrutura tecnológica atual do câmpus, conforme reconhecido pela própria SUTIC, destaca a necessidade de investimentos adicionais para suportar dispositivos IoT. Quanto aos serviços de computação em nuvem, a migração em curso e a associação com a AWS Academy indicam um progresso favorável para a implementação de um *smart campus*.

5.3.2 Análise da pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica e interpretação dos artigos revelam que as estruturas tecnológicas e objetivos finais são congruentes com os propósitos deste estudo. A maioria dos trabalhos sugere que a construção de um *smart campus* requer tecnologias IoT e de computação em nuvem como suporte para um ambiente inteligente. Outros focam na definição de um *framework* ou método para identificar áreas impactadas positivamente pela implementação de um *smart campus* e suas aplicações associadas.

Os desafios identificados incluem a alta variabilidade dos dados coletados de dispositivos IoT, dificuldades no desenvolvimento de aplicações para *smart campus* devido a restrições de recursos humanos, e obstáculos na partilha de recursos e informações para alimentar os sistemas inteligentes.

A literatura destaca iniciativas de construção de *smart campuses* apoiadas por tecnologias de computação em nuvem e dispositivos IoT. Também enfatiza a importância de investigar as necessidades e oportunidades específicas do câmpus para desenvolver aplicações que solucionem ou amenizem seus problemas. Portanto, além de criar aplicações genéricas para *smart campuses*, é crucial considerar as particularidades do ambiente em questão, o que também é um objetivo deste estudo.

¹⁰ <https://aws.amazon.com/pt/training/awsacademy/member-list/>

5.4 Análise de viabilidade

Nesta subseção, foram analisados os resultados da pesquisa bibliográfica e do estudo de levantamento para sugerir uma resposta à questão de pesquisa e examinar a viabilidade de implementar um *smart campus* na UFERSA – PDF. A análise considera o interesse dos usuários, a infraestrutura tecnológica existente, os recursos necessários, os benefícios e os obstáculos.

Quanto à infraestrutura tecnológica atual, a UFERSA já possui serviços em nuvem em funcionamento, com a migração desses serviços em curso. Porém, há uma carência significativa de dispositivos IoT na instituição, o que representa um obstáculo para a viabilidade, uma vez que esses dispositivos são fundamentais para sustentar qualquer sistema inteligente (Ahmed *et al.*, 2018).

Em relação ao interesse dos usuários na implementação de um *smart campus* na UFERSA – PDF, os resultados da pesquisa realizada com discentes, docentes e servidores técnicos administrativos mostraram-se favoráveis a essa ação. Ao generalizar os resultados da amostra para toda a população, conclui-se que há interesse por parte da comunidade do câmpus.

Para iniciar a implementação de um *smart campus*, além da continuidade em usar a computação em nuvem, é necessário investir em recursos que permitam a aquisição e instalação de sensores IoT, sejam esses recursos providos pela própria instituição ou por projetos de pesquisa presentes no câmpus.

Adicionalmente, é fundamental contar com recursos humanos capacitados não apenas para desenvolver aplicações compatíveis com essas tecnologias, mas também para realizar a correta configuração e integração dos dispositivos IoT ao ambiente existente. Nesse contexto, cursos e treinamentos disponibilizados pela AWS Academy poderiam ser utilizados, visto que há uma parceria com a instituição. Esses requisitos foram identificados por meio de estudos de levantamento e pesquisa bibliográfica realizados. Portanto, é crucial um investimento adequado nessas áreas para assegurar o sucesso da implementação de um *smart campus*.

Inicialmente, é viável implementar algumas aplicações aproveitando as infraestruturas já existentes no câmpus, conforme indicado pelos dados coletados no formulário. Um exemplo prático seria desenvolver um sistema inicial de monitoramento energético utilizando informações de geração solar e condições meteorológicas. Isso não apenas poderia otimizar o consumo de energia, mas também estabelecer uma base sólida para futuras ampliações voltadas a *smart campus*. Além disso, a integração de um sistema de gestão ambiental permitiria monitorar variáveis como qualidade do ar e consumo de água, fornecendo dados importantes para iniciativas de sustentabilidade.

Entre os benefícios que um *smart campus* pode proporcionar a uma instituição de ensino superior, destacam-se o desenvolvimento estratégico de aplicações que atendam às necessidades do câmpus e acelerem seus processos administrativos. Além disso, áreas como gestão energética, mobilidade, segurança, experiência dos usuários e aprendizado podem impulsionar a eficiência e a qualidade de vida dos estudantes e funcionários (Abuarqoub *et al.*, 2017).

Os principais obstáculos identificados incluem a falta de implementação de dispositivos IoT no câmpus da UFERSA, o que atualmente pode se configurar como o principal obstáculo para o desenvolvimento de um *smart campus*. Sem essa infraestrutura, não é possível coletar e analisar dados em tempo real, prejudicando a eficácia de iniciativas de automação e otimização de processos (Atzori; Iera; Morabito, 2010). Ademais, é importante ressaltar que a implementação de dispositivos IoT demanda investimentos significativos em infraestrutura, equipamentos e profissionais capacitados.

Uma possível expansão dessa análise de viabilidade seria considerar outros aspectos da infraestrutura, da organização institucional e demandas dos usuários do câmpus. Seria interessante realizar um levantamento detalhado das demandas dos usuários e dos problemas típicos enfrentados no câmpus, além da alocação de recursos necessários para atender essas demandas e resolver esses problemas.

Portanto, com base nos dados coletados no estudo de levantamento e na pesquisa bibliográfica, na avaliação da infraestrutura tecnológica atual da UFERSA, no interesse dos usuários do câmpus de Pau dos Ferros, nos recursos necessários para a implementação de um câmpus inteligente, na análise de benefícios que um *smart campus* pode trazer e na identificação dos obstáculos para alcançar o objetivo, conclui-se que a UFERSA ainda carece de recursos essenciais para tornar-se um *smart campus*, em particular a disponibilidade de dispositivos IoT.

6 Conclusão

Neste trabalho, foram apresentados os resultados de uma pesquisa bibliográfica e de um estudo de levantamento para fundamentar e conduzir uma análise sobre a viabilidade de implementação de um *smart campus* da UFERSA – PDF.

Os resultados destacam o considerável interesse dos usuários do câmpus na implementação de um *smart campus* na universidade. A pesquisa bibliográfica demonstrou a viabilidade da construção de um *smart campus* utilizando tecnologias como IoT e computação em nuvem como suporte. Entretanto, as análises indicam que o principal obstáculo para a UFERSA adotar um modelo de *smart campus* é a carência de estrutura tecnológica voltada para dispositivos IoT, apesar do avanço na utilização da computação em nuvem e na contínua migração de serviços.

É importante destacar que os resultados desta pesquisa podem não se aplicar a todos os casos, pois outros câmpus possuem contextos variados, com diferentes opiniões dos usuários sobre *smart campus*, diversidade em suas estruturas tecnológicas e recursos. No entanto, outras instituições podem utilizar este estudo como ponto de partida para o planejamento da implementação de um *smart campus*. As soluções adotadas em áreas como gestão administrativa e ambiental, identificadas durante o estudo e nos estudos de caso analisados, podem servir como um dos pontos de partida e oferecer contribuições valiosas e ser adaptadas para atender às necessidades específicas da UFERSA.

Para superar a ausência de tecnologias IoT na universidade, crucial para um *smart campus*, seria importante que a instituição alocasse recursos para investimento em dispositivos IoT e promovesse treinamentos para seu uso e manutenção. Adicionalmente, incentivar projetos de pesquisa a integrar essa tecnologia poderia viabilizar uma implantação gradual no câmpus.

Para trabalhos futuros, os autores recomendam inicialmente a investigação dos sistemas e aplicações inteligentes disponíveis no câmpus Pau dos Ferros. Além disso, é fundamental explorar as hipóteses identificadas durante o processo de codificação. Posteriormente, deve-se iniciar o desenvolvimento de aplicações genéricas utilizando tecnologias como IoT e computação em nuvem, aproveitando os recursos já disponíveis na instituição.

É essencial seguir essas etapas com o desenvolvimento de uma metodologia ou a criação de um *framework* que possa investigar as oportunidades e necessidades específicas da UFERSA – PDF para o desenvolvimento de soluções personalizadas e adaptadas ao contexto universitário. Isso permitirá identificar as demandas reais da comunidade acadêmica e encontrar soluções tecnológicas mais eficientes que atendam aos requisitos específicos do campus.

Ao longo deste estudo, foi evidente o potencial de benefícios significativos que um *smart campus* pode trazer para uma instituição. A aplicação dessas tecnologias para melhorar a vida dos estudantes, servidores e comunidade em geral tem o poder de transformar a realidade das universidades. Propostas bem-sucedidas em ambientes universitários podem ser adaptadas e expandidas para outros contextos, contribuindo para enfrentar desafios cotidianos e promovendo o desenvolvimento.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ABUALNAAJ, K.; AHMED, V.; SABOOR, S. A strategic framework for smart campus. *In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT*, 10., 2020, Dubai. **Proceedings [...]**. Dubai: IEOM, 2020. p. 790-798. Disponível em: <https://index.ieomsociety.org/index.cfm/article/view/ID/1615>. Acesso em: 15 mai. 2023.

ABUARQOUB, A.; ABUSAIMAH, H.; HAMMOUDEH, M.; ULIYAN, D.; ABU-HASHEM, M. A.; MURAD, S.; AL-JARRAH, M.; AL-FAYEZ, F. A survey on internet of things enabled smart campus applications. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUTURE NETWORKS AND*

DISTRIBUTED SYSTEMS (ICFNDS'17), 2017, Cambridge. **Proceedings [...]**. Cambridge: ACM, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1145/3102304.3109810>.

AHMED, I.; AHMAD, A.; PICCIALLI, F.; SANGAIAH, A. K.; JEON, G. A robust features-based person tracker for overhead views in industrial environment. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 5, n. 3, p. 1598-1605, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2787779>.

ARMBRUST, M.; FOX, A.; GRIFFITH, R.; JOSEPH, A. D.; KATZ, R.; KONWINSKI, A.; LEE, G.; PATTERSON, D.; RABKIN, A.; STOICA, I.; ZAHARIA, M. A view of cloud computing. **Communications of the ACM**, v. 53, n. 4, p. 50-58, 2010. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/1721654.1721672>.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The internet of things: a survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>.

CAO, J.; LI, Z.; LUO, Q.; HAO, Q.; JIANG, T. Research on the construction of smart university campus based on big data and cloud computing. *In*: 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING SIMULATION AND INTELLIGENT CONTROL (ESAIC), 2018, Hunan. **Proceedings [...]**. Hunan: IEEE, 2018. p. 351-353. DOI: <https://doi.org/10.1109/ESAIC.2018.00088>.

CHENG, X.; XUE, R. Construction of smart campus system based on cloud computing. *In*: 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 6., 201, Qingdao. **Proceedings [...]**. Qingdao, 2016. p. 187-191. DOI: <https://doi.org/10.2991/icaset-16.2016.37>.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. **Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing Grounded Theory**. 4. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.

DONG, Z. Y.; ZHANG, Y.; YIP, C.; SWIFT, S.; BESWICK, K. Smart campus: definition, framework, technologies, and services. **IET Smart Cities**, v. 2, n. 1, p. 43-54, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1049/iet-smc.2019.0072>.

FREIRE, L. P.; SANTOS, S. M.; RAMOS, A. C. D.; MILANEZ, A. F.; LOPES, K. R.; MAIA, D. C. M. Gestão da informação no contexto de smart campus: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Principia – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/2447-9187a2022id7835>.

FLEISCH, E.; MIRZAEI, A.; SCHWAB, P.; WOLF, M. What is the internet of things? An economic perspective. **Economics, Management, and Financial Markets**, v. 5, n. 2, p. 125-157, 2010. Disponível em: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=267154>. Acesso em: 04 mar. 2023.

GLASER, B. G.; STRAUSS, A. L. **Time for dying**. [S.l.]: Routledge, 1968.

IMBAR, R. V.; SUPANGKAT, S. H.; LANGI, A. Z. R. Development of smart campus model. *In*: 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ICT FOR SMART SOCIETY (ICISS), 2021, Bandung. **Proceedings [...]**. Bandung: IEEE, 2021. p. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICISS53185.2021.9533223>.

ISMAGILOVA, E.; HUGHES, L.; DWIVEDI, Y. K.; RAMAN, K. R. Smart cities: advances in research – an information systems perspective. **International Journal of Information Management**, v. 47, p. 88-100, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.004>.

JACOSKI, C. A.; HOFFMEISTER, L. M. Um modelo de campus inteligente para reorganização do ambiente universitário. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 2, p. 1373-1388, 2019. Disponível

em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1111>. Acesso em: 10 jul. 2024.

JOHN, T. M.; UCHEAGA, E. G.; BADEJO, J. A.; ATAYERO, A. A. A framework for a smart campus: a case of Covenant University. *In: 2017 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND COMPUTATIONAL INTELLIGENCE (CSCI), 2017, Las Vegas. Proceedings [...]. Las Vegas: IEEE, 2017. p. 1371-1376. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSCI.2017.239>.*

JOSHI, A.; KALE, S.; CHANDEL, S.; PAL, D. K. Likert scale: explored and explained. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 7, n. 4, p. 396-403, 2015. DOI: <https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975>.

KHAN, U. T.; ZIA, M. F. Smart city technologies, key components, and its aspects. *In: 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATIVE COMPUTING (ICIC), 2021, Lahore. Proceedings [...]. Lahore: IEEE, 2021. p. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICIC53490.2021.9692989>.*

LWANGA, S. K.; LEMESHOW, S. **Sample size determination in health studies: a practical manual**. Geneva: World Health Organization, 1991. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/40062>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LI, S.; GUO, Z.; LIU, Y.; SHOU, G.; HU, Y. The intelligent video management system: a use case of software defined class. *In: 2017 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND EDUCATION (ICCSE), 12., Houston. Proceedings [...]. Houston: IEEE, 2017. p. 149-154. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2017.8085480>.*

LI, Y. Research on building smart campus based on cloud computing technology. *In: 2020 INTERNATIONAL CONFERENCE ON MECHANICAL, CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING (ICMCCE), 5., Harbin. Proceedings [...]. Harbin: IEEE, 2020. p. 723-726. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICMCCE51767.2020.00159>.*

MALATJI, E. M. The development of a smart campus: African universities point of view. *In: 2017 INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY CONGRESS (IREC), 8., Amman. Proceedings [...]. Amman: IEEE, 2017. p. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1109/IREC.2017.7926010>.*

MELL, P.; GRANCE, T. **The NIST definition of cloud computing**. NIST SP 800-145, Gaithersburg: NIST, 2011. DOI: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>.

MUHAMAD, W.; KURNIAWAN, N. B.; SUHARDI; YAZID, S. Smart campus features, technologies, and applications: a systematic literature review. *In: 2017 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY SYSTEMS AND INNOVATION (ICITSI), Bandung. Proceedings [...]. Bandung: IEEE, 2017. p. 384-391. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICITSI.2017.8267975>.*

MUSA, M.; ISMAIL, M. N.; FUDZEE, M. F. M. Smart campus implementation in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: towards a conceptual framework. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1860, n. 1, 012008, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1860/1/012008>.

NEVES, A. R. M.; SARMAHO, K. U.; JUNIOR, F. C. N.; MEIGUINS, B. S. Iniciativa smart campus: um estudo de caso em progresso na Universidade Federal do Pará. *In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO URBANA, 1., 2017, Belém. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2017. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/courb/article/view/2576>. Acesso em: 10 jul. 2024.*

NIE, X. Constructing smart campus based on the cloud computing platform and the internet of things. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND ELECTRONICS ENGINEERING (ICCSEE 2013)*, 2., 2013, Hangzhou. **Proceedings** [...]. Hangzhou, 2013. p. 1576-1578. DOI: <https://doi.org/10.2991/iccsee.2013.395>.

PAGLIARO, F.; MATTONI, B.; GUGLIERMENTI, F.; BISEGNA, F.; AZZARO, B.; TOMEI, F.; CATUCCI, S. A roadmap toward the development of Sapienza smart campus. *In: 2016 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND ELECTRICAL ENGINEERING (EEEIC)*, 16., Florence. **Proceedings** [...]. Florence: IEEE, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2016.7555573>.

SANGHAVI, J. Review of smart healthcare systems and applications for smart cities. *In: KUMAR, A; MOZAR, S. (ed.). ICCCE 2019. Lecture Notes in Electrical Engineering*, v. 570. Singapore: Springer, 2020. p. 325-331. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-8715-9_39.

SANTOS, B. P.; SILVA, L. A.; CELES, C.; BORGES, J. B.; NETO, B. S. P.; VIEIRA, M. A. M.; VIEIRA, L. F. M.; GOUSSEVSKAIA, O. N.; LOUREIRO, A. **Internet das coisas: da teoria à prática**. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos 2016 - Minicursos Livro Texto. Porto Alegre: SBC, 2016, v. 1, p. 1-50. Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SHAN, M. A smart campus system based on intention recognition and internet of things. *In: 2020 INTERNATIONAL CONFERENCE ON UNIVERSAL VILLAGE (UV)*, 5., 2020, Boston. **Proceedings** [...]. Boston: IEEE, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/UV50937.2020.9426208>.

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. UFSC, Florianópolis, 4a. edição, v. 123, 2005. Disponível em: https://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes1.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SUTIC – SUPERINTENDÊNCIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. **Pesquisa TCC - SMART CAMPUS**. 2023. E-mail enviado para sutic@ufersa.edu.br.

UFERSA – UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. Relatório Anual da Gestão - 2022. Pau dos Ferros: UFERSA, 2023. 86 p. Disponível em: <https://paudosferros.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/17/2023/04/RELATORIO-DE-GESTAO-2022.pdf> . Acessado em: 21 abr. 2023.

VALKS, B.; ARKESTEIJN, M. H.; KOUTAMANIS, A.; DEN HEIJER, A. C. Towards a smart campus: supporting campus decisions with internet of things applications. **Building Research & Information**, v. 49, n. 1, p. 1-20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/09613218.2020.1784702>.

YANG, C.-T.; CHEN, S.-T.; LIU, J.-C.; LIU, R.-H.; CHANG, C.-L. On construction of an energy monitoring service using big data technology for the smart campus. **Cluster Computing**, v. 23, p. 265-288, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10586-019-02921-5>.

ZHAMANOV, A.; SAKHIYEVA, Z.; SULIYEV, R.; KALDYKULOVA, Z. IoT smart campus review and implementation of IoT applications into education process of university. *In: IEEE. 2017 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS, COMPUTER AND COMPUTATION (ICECCO)*, 2017, Abuja. **Proceedings** [...]. Abuja: IEEE, p. 1-4, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICECCO.2017.8333334>.

ZHANG, J. Design of smart campus construction scheme supported by 5G technology. *In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON FORTHCOMING NETWORKS AND SUSTAINABILITY (FoNeS 2022)*, 2022, Nicosia. **Proceedings** [...]. Nicosia: IEEE p. 445-449, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1049/icp.2022.2476>.

Revista Principia - Early View