

ARTIGO ORIGINAL

SMART CAMPUS: caminhos possíveis para universidades brasileiras

Roberto Gonçalves Brito de Jesus¹
Ana Karla Gomes Camelo²

RESUMO

Nas últimas duas décadas, diversos estudos têm sido empreendidos na perspectiva de tornar as cidades mais adaptáveis à maciça inserção de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Assim, no campo do planejamento urbano, foi criado o termo Smart Cities. Com o passar dos anos, as pesquisas foram se expandindo e atingindo o contexto educacional, fazendo surgir, então, os Smart Campus, em virtude das semelhanças que os campi universitários e as cidades possuem entre si. O Smart Campus parte do princípio de ser um ambiente onde há uma notável eficiência em áreas como infraestrutura, segurança, saúde e, notadamente, educação. Nesse sentido, este estudo teve por objetivo analisar de forma sistemática artigos científicos ligados ao termo Smart Campus. Trata-se, portanto, de uma pesquisa com uso metodológico de revisão sistemática, com enfoque meta-analítico, de caráter qualitativo e quantitativo, derivado do uso do software Parsifal. Os resultados apontam um dissenso a respeito do conceito de Smart Campus; no entanto, convergem para o entendimento de que as TDIC são primordiais para a realização de projetos visando o “ser inteligente”. Por fim, apresenta-se uma metodologia de framework proposta pela Universidade de Sapienza como uma sugestão de modelo para a prospecção de projetos em universidades do Brasil. Espera-se, assim, que este estudo contribua para suscitar novos trabalhos que levem à construção de Campi Inteligentes no Brasil.

Palavras-chave: Universidades inteligentes; Tecnologia Digital de Informação e Comunicação; Internet das Coisas.

SMART CAMPUS: possible paths for Brazilian universities

ABSTRACT

1. Universidade Estadual do Maranhão (robertogbrito89@gmail.com)
2. Universidade Estadual do Maranhão (karlagcamelo@gmail.com)



Over the last two decades, various studies have been undertaken with a view to making cities more adaptable to the massive introduction of Digital Information and Communication Technologies (DICTs). Thus, in the field of urban planning, the term Smart Cities was coined. Over the years, research has expanded and reached the educational context, giving rise to Smart Campuses, due to the similarities between university campuses and cities. The Smart Campus is an environment where there is remarkable efficiency in areas such as infrastructure, security, health and notably education. With this in mind, the aim of this study was to systematically analyze scientific articles linked to the term Smart Campus. This is therefore a study using a systematic review methodology, with a meta-analytical approach, of a qualitative and quantitative nature derived from the use of the Parsifal software. The results point to a lack of consensus on the concept of a Smart Campus, but converge on the understanding that TDIC are essential for carrying out projects aimed at being smart. Finally, a framework methodology proposed by the University of Sapienza is presented as a suggested model for prospecting projects at universities in Brazil. It is hoped that this study will contribute to the creation of new projects that will lead to the construction of Smart Campuses in Brazil.

Keywords: Smart universities; Digital Information and Communication Technology; Internet of Things.

SMART CAMPUS: posibles caminos para las universidades brasileñas

RESUMEN

A lo largo de las dos últimas décadas se han llevado a cabo diversos estudios con vistas a lograr que las ciudades se adapten mejor a la introducción masiva de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación (TDIC). Así, en el ámbito del urbanismo, se acuñó el término «Smart Cities» (ciudades inteligentes). Con el paso de los años, la investigación se ha ampliado y ha llegado al contexto educativo, dando lugar a los «Smart Campuses», debido a las similitudes entre los campus universitarios y las ciudades. El Campus Inteligente es un entorno en el que existe una notable eficiencia en ámbitos como las infraestructuras, la seguridad, la sanidad y, en particular, la educación. Teniendo esto en cuenta, el objetivo de este estudio era analizar sistemáticamente los artículos científicos relacionados con el término «Smart Campus». Se trata, por tanto, de un estudio metodológico mediante una revisión sistemática, con un enfoque meta-analítico, de carácter cualitativo y cuantitativo derivado del uso del software Parsifal. Los resultados apuntan a una falta de consenso sobre el concepto de Campus Inteligente, pero convergen en el entendimiento de que las Tecnologías de la Información y la Comunicación son esenciales para la realización de proyectos encaminados a «ser inteligentes». Por último, se presenta una metodología marco propuesta por la Universidad de la Sapienza como modelo sugerido para la prospección de proyectos en universidades de Brasil. Se espera que este estudio contribuya a nuevos trabajos dirigidos a la construcción de Smart Campuses en Brasil.

Palabras clave: universidades inteligentes; tecnologías digitales de la información y la comunicación;



Internet de los objetos.

1. Introdução

As transformações resultantes da inserção das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) têm sido cada vez mais visíveis com o passar dos anos. Essas transformações têm atingido diversas esferas da sociedade em áreas como educação, trabalho, saúde, administração pública, comunicação e cultura, trazendo, assim, inúmeras formas de organização, no contexto das sociedades inseridas na ‘modernidade tardia’, cujo resultado é uma significativa aceleração nas mudanças sociais (Giddens, 1997).

Como principais transformações resultantes da inserção das TDIC, podemos citar o acesso ampliado à educação por meio de plataformas de ensino a distância, cursos online e recursos educativos digitais; possibilidades de teletrabalho, principalmente a partir do período pandêmico, alterando a dinâmica do ambiente de trabalho; crescimento de plataformas digitais, como e-commerce e fintechs; uso intensificado de telemedicina para consultas médicas; além de outras questões, como a digitalização de serviços públicos e a ascensão das redes sociais.

A esse contexto de transformações sociais soma-se o ainda crescimento constante da população mundial, que deve alcançar a marca de 10,4 bilhões de habitantes até a década de 2080 (UNFPA¹, 2022). Tendência seguida pelo Brasil, que registrou crescimento populacional na ordem de 6,5%, ou seja, 12.306.713 pessoas a mais no período de 2010 a agosto de 2022, resultando, portanto, em uma taxa de crescimento anual de 0,52%. Apesar de ser a menor já observada desde o início da série histórica iniciada em 1872, ainda representa relevância para a conjuntura demográfica do país (IBGE, 2023).

Frente a esse cenário, um conceito em particular ganhou amplo destaque: o de Smart Cities ou Cidades Inteligentes. Este surgiu na perspectiva de propiciar soluções para o enfrentamento dos problemas resultantes da urbanização concentrada (Neves et al., 2017). Apesar de não haver um consenso na definição de Smart Cities, esta pode ser entendida como uma cidade que utiliza tecnologias avançadas e soluções inovadoras para melhorar a qualidade de vida de seus cidadãos, aumentar a eficiência dos serviços urbanos e promover a sustentabilidade (Jesus; Pereira; Santiago, 2018).

Em sequência, o conceito de Smart Campus surge como uma derivação de Smart Cities, tendo em vista as semelhanças que os campi universitários e as cidades têm entre si. Elas integram-se a este contexto por meio do grande potencial dinamizador que possuem em relação às interações existentes dentro dos espaços das universidades (Jesus; Pereira; Santiago, 2018).

A partir dessa contextualização, este artigo tem por objetivo geral analisar, fundamentado em uma revisão sistemática da literatura, os principais conceitos conferidos ao termo Smart Campus e listar algumas possibilidades tecnológicas que estão em desenvolvimento por instituições de ensino

¹ Fundo de População das Nações Unidas: www.unfpa.org

nacionais e internacionais, com base no termo supracitado. A proposta é apontar caminhos para a transição de um modelo tradicional de universidade para um campus inteligente.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

É inequívoco afirmar que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) transformaram a educação ao facilitar o acesso ao conhecimento, promover a aprendizagem colaborativa e personalizar o ensino. Um dos principais exemplos dessa transformação no campo educacional é o avanço da Educação a Distância, que, de certa forma, democratizou o acesso à educação, tornando-a mais acessível e adaptável às necessidades individuais.

O último Censo da Educação Superior divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2023), referente ao ano de 2022, corrobora com a informação supracitada, pois apontou um crescimento de 139,5% no número de vagas oferecidas em cursos de graduação na modalidade de EaD no período entre 2018 e 2022. Ano após ano, a sociedade se depara com transformações bastante significativas em termos de inovações educacionais, a citar a inserção de inteligências artificiais, como o ChatGPT.

O surgimento de tecnologias disruptivas, como a inteligência artificial, ou simplesmente IAs, e sua rápida integração nos processos educacionais têm gerado um grande debate nos espaços acadêmicos. Esse cenário, de convergência entre tecnologia digital, inovação educacional e a necessidade de ambientes de aprendizado mais eficientes, abriu espaço para o advento das chamadas Smart Universities ou Smart Campus. As universidades inteligentes visam integrar tecnologias como IA, IoT e big data para melhorar a experiência acadêmica e administrativa, promovendo um aprendizado mais personalizado e colaborativo.

Contudo, segundo Roth-Berghofer (2013), alguns aspectos precisam ser considerados para que uma universidade seja classificada como “inteligente”. Para ele, uma universidade inteligente é descrita como sendo uma plataforma de aquisição e entrega de dados para impulsionar a análise e melhoria do ambiente de ensino e aprendizagem.

Conforme Ferreira e Araújo (2018), o Campus Inteligente pode ser entendido como um ecossistema colaborativo, enriquecido com tecnologia, com capacidade de responder rapidamente às demandas dos interessados, visando o aumento da qualidade de vida no campus, à entrega de valor e ao equilíbrio de interesses. Para os autores, a principal característica do Campus Inteligente consiste na rápida adaptação do ambiente às demandas, que podem ter origens e contextos diferentes.

Ainda de acordo com esses autores, as tecnologias integradas nas Smart Universities facilitam a colaboração entre instituições de ensino, pesquisadores e alunos ao redor do mundo, promovendo um ambiente de aprendizado mais diverso e interconectado. Há que se destacar também que esse modelo de universidade facilita a prática de educação aberta, disponibilizando recursos educacionais abertos (REOs) que permitem que qualquer pessoa tenha acesso a materiais de aprendizado de qualidade (Freitas, 2019).

A pesquisa realizada foi motivada pela realidade das universidades brasileiras quando se trata desse modelo de instituição. De acordo com o Censo da Educação Superior (INEP, 2023), o Brasil conta atualmente com 2.595 Instituições de Ensino Superior (IES), sendo 2.283 privadas e 312 públicas. Contudo, segundo estudo realizado por Bandeira et al. (2022), foram identificados no país apenas nove Smart Campus, sendo seis em instituições do setor público e três em instituições do setor privado.

Nesse sentido, esta pesquisa teve como premissa trazer maior visibilidade para o tema em questão, em virtude da importância de pensarmos em projetos para acompanhar e incorporar as possibilidades tecnológicas disponíveis, visando a promoção de um desenvolvimento equilibrado com a promoção da qualidade de vida.

3. METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto, foi utilizado como recurso metodológico a Revisão Sistemática de Literatura [RSL] com enfoque meta-analítico. Nesse tipo de procedimento, tem-se a combinação da meta-análise, que procura conhecimento através de dados empíricos secundários, em conjunto com a sistematização da escolha bibliográfica (Mariano; Rocha, 2017).

Para a realização da RSL, utilizou-se, como suporte, o software Parsifal² v2.2.0, atendendo ao Protocolo de Revisão de Literatura, descrito no decorrer da seção. A Revisão Sistemática de Literatura é uma forma de avaliar e interpretar toda pesquisa que for relevante sobre uma determinada pergunta, tópico ou fenômeno de interesse. A RSL permite a análise de um conjunto delimitado de estudos, considerando os objetivos específicos que possui, focando-se assim, em aprofundar os conhecimentos já abordados sobre um determinado tema (Kitchenham *et al.*, 2009).

O objetivo desta revisão sistemática foi identificar conceitos de Smart Campus e listar possibilidades de projetos, considerando a perspectiva de campus inteligente. O desenvolvimento do Protocolo de Revisão seguiu os critérios do PICOC, sendo este um dos métodos mais usados por revisões sistemáticas. Nele, o pesquisador deve definir a População, a Intervenção, a Comparação, os Resultados (i.e., Outcomes) e o Contexto a partir das suas questões de pesquisa. Para esta pesquisa, utilizou-se os seguintes parâmetros:

- **População:** publicações voltadas para o contexto das Universidades.
- **Intervenção:** “Smart Campus”, Universidades Inteligentes.
- **Comparação:** não se aplica.
- **Resultados:** Conceitos de “Smart Campus”, projetos em desenvolvimento visando o referido termo e os desafios desses projetos na perspectiva da universidade inteligente.

2 O Parsifal (<http://parsif.al>) é uma ferramenta on-line criada para apoiar pesquisadores na realização de revisões sistemáticas da literatura. Ele permite que pesquisadores separados geograficamente, trabalhem juntos dentro de um espaço compartilhado, projetando o protocolo e conduzindo a pesquisa.

- **Contexto:** Estudos Primários.

As fontes de busca utilizadas foram Scopus e IEEE Xplore. A escolha por essas bases de dados se deu por suas relevâncias para acesso a informações de publicações que auxiliam pesquisadores tanto no desenvolvimento de pesquisas quanto na academia. A sequência de busca foi especificada considerando os principais termos dos fenômenos investigados. Foram realizadas buscas-piloto na intenção de refinar a cadeia de caracteres da pesquisa. Após três tentativas, definiu-se a seguinte sequência de busca (Search String) usada para pesquisar dentro de palavras-chave, título, resumo e texto completo das publicações:

- (“Smart Campus” or “Universidade Inteligente”) and (“Conceitos” or “Concepts” or “aplicações” or “projetos”) and (“principais desafios” or “main challenges”).

Os critérios resumidos de inclusão e exclusão estão apresentados no quadro 1. Mas, de modo geral, para a análise que se suscitou, são válidos apenas estudos primários, publicados entre 2019 e 2023, que apresentassem alguma contribuição sobre o conceito de Smart Campus, exemplos de projetos e os desafios para a implantação destes em um campus universitário.

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão

N	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO
1	Ano de publicação entre 2019 e 2023
2	Apresenta conceito de “Smart Campus”
3	Apresenta exemplo ou modelos de projetos para “Smart Campus”
4	Apresenta os desafios de projetos baseados em Universidades Inteligentes
5	Idioma inglês ou português
N	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
1	Estudo fora do escopo
2	Estudos duplicados
3	Estudos anteriores a 2019
4	Livros, teses ou dissertações
5	Não está escrito em inglês ou português
6	Não permite acesso gratuito ao texto completo
7	Short paper (4 páginas ou menos)
8	Textos completos indisponíveis por questões técnicas da base de dados

Fonte: Dados originais da pesquisa, 2024.

3.1 Critérios para seleção dos estudos

O procedimento de seleção dos estudos consistiu em quatro etapas principais. Na etapa 1, foi

feita a pré-seleção dos artigos a partir da utilização da *string* de busca. A aplicação da sequência de pesquisa resultou em 280 textos científicos, sendo 101 provenientes da IEEE Digital Library (36,1%) e 179 da Scopus (63,9%).

Esses estudos foram importados para a plataforma Parsifal, para que se desse início ao primeiro procedimento de filtragem, cujo objetivo foi excluir trabalhos duplicados. Para identificar esses estudos, foi utilizada a opção de *find duplicates*, que permite ao aplicativo encontrar textos com o mesmo título e os mesmos autores. O resultado dessa ação foi a identificação de 47 estudos duplicados.

A partir dessa primeira pré-seleção, 233 estudos foram considerados aptos para passar à próxima etapa. A segunda etapa para escolha dos trabalhos a serem aproveitados se deu a partir da leitura dos resumos. Nesse processo, foram excluídos 3 trabalhos por duplicidade de conteúdo (apesar de possuírem títulos diferentes) e outros 155 foram rejeitados por não estarem em conformidade com o escopo da proposta, fora da janela temporal escolhida (2019 e 2023), por ser livro, tese, dissertação ou *short paper*. Não foram identificados estudos escritos em outro idioma além daqueles escolhidos previamente (inglês ou português).

O resultado dessa segunda etapa foi a seleção de 75 trabalhos aceitos para serem lidos na íntegra, a partir dos critérios descritos no Protocolo. Esses estudos foram então catalogados em uma planilha eletrônica. Nessa etapa, foi verificada a viabilidade de acesso aberto a todos os materiais. No entanto, 12 trabalhos não estavam disponíveis gratuitamente nas bases de dados a partir do Portal de Periódicos da Capes, cinco (05) apresentaram erro de acesso, cinco (05) eram *short papers* e outros três (03) se encaixavam no critério de exclusão por serem livros ou revisões sistemáticas (considerando que o estudo aceita apenas trabalhos primários), inviabilizando assim, suas continuidades no estudo. Após todos esses procedimentos, restaram 49 estudos considerados relevantes para a revisão.

3.2 Avaliação da qualidade

A qualidade de uma pesquisa científica é diretamente influenciada pela rigorosidade metodológica empregada, sendo a validade interna um dos critérios fundamentais para avaliar a confiabilidade dos resultados (Richardson, 2011). Esse entendimento é corroborado por Kitchenham e Charters (2007), segundo os quais a qualidade se relaciona com a medida em que o estudo minimiza o viés e maximiza a validade interna e externa (Vilela *et al.*, 2017).

Assim, para avaliar a qualidade dos estudos escolhidos, procedeu-se com a formação de uma lista de verificação formada por seis questões, cujas respostas foram classificadas em “Sim”, “Parcialmente” e “Não”. Para cada uma dessas respostas, foi atribuído um peso diferente, sendo 6 a pontuação máxima e 3,5 a nota de corte para o estudo ser aceito, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Índice de qualidade

DESCRIÇÃO	PESO
Sim	1.0
Parcialmente	0.5
Não	0.0

Fonte: Dados originais da pesquisa, 2024.

Toda a análise foi realizada na plataforma Parsifal. Conforme os artigos eram avaliados, uma lista sumária era gerada para uma visualização mais completa dos trabalhos considerados de ponta para o estudo pretendido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

É fato que, nos últimos 20 anos, muitos estudos têm sido empreendidos na intenção de apresentar conceitos relativos à Smart Campus. Contudo, o que se observa é um reduzido consenso sobre o que significa de fato o referido termo. Além de conceito, percebe-se também pouca sistematização a respeito dos exemplos ou modelos de projetos tecnológicos utilizados em universidades inteligentes. A partir desse contexto, verificou-se a relevância de realizar uma revisão sistemática de literatura.

A avaliação de qualidade dos artigos resultou na aprovação de 22 estudos que, baseados nas perguntas propostas, obtiveram nota de corte igual ou maior que 3.5. As perguntas utilizadas para a avaliação são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2. Critérios de avaliação da qualidade

N	QUESTÕES
1	O estudo indica conceitos de “Smart Campus” de forma precisa?
2	O estudo apresenta exemplos ou modelos de projetos para “Smart Campus”?
3	O estudo aponta os principais desafios para a implantação de projetos baseados em “Smart Campus”?
4	O estudo realizou um experimento bem descrito para avaliar a proposta?
5	O objetivo da pesquisa está claramente descrito?
6	Os autores descrevem as limitações do estudo?

Fonte: Dados originais da pesquisa, 2024.

O resultado dos critérios de avaliação é apresentado nas próximas seções, divididas em três partes: 1) conceitos de Smart Campus; 2) exemplos ou modelos de projetos para Smart Campus; e 3) principais desafios encontrados para a implantação de projetos voltados para o conceito de Smart

Campus. Para atender aos objetivos do artigo, considerou-se basilar focar apenas nesses três itens.

4.1 Conceitos de Smart Campus

Como predito na introdução deste trabalho, o termo Smart Campus surge no meio científico como uma derivação do conceito de Smart City. As semelhanças que os campi universitários possuem em relação a uma estrutura de cidade promoveram as universidades a laboratórios, onde múltiplos pesquisadores poderiam “testar” seus projetos na expectativa de tornar esses espaços em ambientes cada vez mais eficientes no que se refere ao uso de recursos naturais e tecnológicos.

No âmbito da concepção do que vem a ser Smart Campus, diversos autores afirmam que o seu desenvolvimento está voltado para conferir um ambiente confortável aos seus usuários a partir da vasta utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação. No quadro 3, estão relacionados os conceitos/abordagens de Smart Campus identificados na RSL.

Quadro 3. Conceitos de Smart Campus

N	Autor e Data	Conceitos identificados
1	Cibilić; Poslončec-Petrić; Matošić (2023)	A ideia fundamental é criar um campus que faça o máximo uso de seus recursos, forneça à comunidade do campus serviços de alta qualidade e o faça gastando menos dinheiro em operações.
2	Kou; Park (2023)	Um campus inteligente é caracterizado por um ambiente confortável, econômico em energia e seguro, que contribui adequadamente para o crescimento da educação no campus e para a administração administrativa.
3	Nóbrega; Miki; Palacio (2022)	Definimos um campus inteligente como uma instituição de ensino superior que cria um ecossistema usando TIC para alcançar a sustentabilidade, utilizando um modelo de aprendizagem baseado em governança, colaborativo e adaptativo, para promover uma melhor habitabilidade para seus stakeholders.
4	Huang; Su; Pao (2019)	O campus inteligente é um conceito de atualização do ambiente do campus em vários aspectos com as tecnologias emergentes.
5	Samancioglu; Nuere (2023)	O conceito central do campus inteligente consiste em combinar uma variedade de tecnologias avançadas para obter um elevado desempenho educativo, proporcionar conforto aos usuários e ser ecologicamente correto, de acordo com as várias definições e características.
6	Zabalos <i>et al.</i> (2020)	Os campi inteligentes (SCs) são universidades onde dispositivos e aplicativos tecnológicos criam novas experiências ou serviços e facilitam a eficiência operacional.
7	Zarpellon <i>et al.</i> (2023)	Um ambiente educacional que é penetrado com tecnologias de capacitação para serviços inteligentes, a fim de melhorar o desempenho educacional, enquanto atende aos interesses das partes interessadas, com amplas interações com outros domínios interdisciplinares no contexto da cidade inteligente.
8	Opranescu; Nedelcu; Ionita (2023)	Um campus inteligente pode ser definido como um objetivo alcançável de suporte digitalizado, utilizando as tecnologias certas, e possuindo os recursos oferecidos pelos serviços de IoT (Internet das Coisas) e provedores de nuvem, a fim de integrá-los e desenvolver um sistema interconectado.
9	Pham <i>et al.</i> (2020)	Plataforma que adquire e fornece dados fundamentais para conduzir a análise e a melhoria do ambiente de ensino e aprendizagem, ou ainda como um conceito que inclui uma modernização abrangente de todos os processos educacionais.

10	Wahid <i>et al.</i> (2021)	Em termos do conceito “Smart Campus”, é um campus que implementa e integra sistemas de aprendizagem através da tecnologia da informação.
11	Lobato <i>et al.</i> (2021)	O conceito de “Smart Campus” está inserido na esfera acadêmica, que, assim como cidades inteligentes, visa melhorar a qualidade de vida de sua população.
12	Fernandez <i>et al.</i> (2023)	Um ambiente aberto, conectado, adaptável e sustentável.
13	Valks; Arkesteijn; Heijer (2019)	Nesta pesquisa, os sistemas ou serviços que medem o uso do espaço em tempo real e fornecem essas informações aos usuários ou gerentes de campus são denominados “ferramentas de campus inteligente”.
14	Min-Allah; Alrashed (2020)	Um campus inteligente é considerado como a integração da computação na nuvem e na IoT, que ajuda na gestão, ensino, pesquisa e outras atividades das universidades. Um campus inteligente adere aos conceitos de cidades inteligentes e lida com os mesmos desafios.
15	Mustafa <i>et al.</i> (2021)	O campus inteligente é a versão atualizada de uma universidade digital, proporcionando um melhor ambiente acadêmico para os professores e alunos.
16	Fortes <i>et al.</i> (2019)	O conceito de Smart Campus deriva do conceito de “Smart City”, que surgiu como a aplicação de uma coleta automática de dados ambientais e seu processamento para alcançar uma gestão eficiente das áreas urbanas, bem como de seus recursos e ativos. Essa abordagem é apoiada pela aplicação massiva das tecnologias de informação e comunicação (TICs) e pelo paradigma da Internet das Coisas (IoT).
17	Sui; Xie (2023)	O “campus inteligente” é um conjunto de soluções técnicas para educação inteligente, baseadas no desenvolvimento e construção de tecnologia da informação. O campus inteligente pode ser considerado como um modelo de gestão do campus baseado em tecnologia da informação para integrar e otimizar os recursos do campus para a prestação de serviços inteligentes.
18	Blazevic; Riehle (2023)	Um Campus Inteligente pode ser considerado parte de uma Cidade Inteligente. Ambos compartilham uma estrutura semelhante; um Smart Campus pode ser visto como uma Cidade Inteligente de pequena escala.

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2024.

Ao analisar o Quadro 3, observam-se as convergências da conceituação de Smart Campus nos seguintes aspectos:

1. O desenvolvimento de um Smart Campus se baseia no uso intensivo das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação;
2. O objetivo da criação de um Smart Campus é pautado na possibilidade de fornecer ao público um ambiente mais confortável, sustentável e eficiente;
3. A finalidade precípua de um Smart Campus é a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem.

4.2 Soluções tecnológicas em “Smart Campus”

As soluções tecnológicas que podem ser empregadas em Smart Campus são diversas e estão relacionadas principalmente a recursos que ajudem nas tomadas de decisões administrativas, visando transformar o campus em um ambiente mais eficiente e produtivo. Com o advento da Internet das Coisas, projetos ligados a tecnologias vestíveis, agricultura inteligente, transporte inteligente, energia eficiente e sustentável têm sido cada vez mais difundidos. Na Tabela 4, apresentamos exemplos de projetos propostos para Smart Campus.

Quadro 4. Exemplos de projetos para Smart Campus

N	Autor e Data	Exemplos identificados
1	Cibilić; Poslončec-Petrić; Matošić (2023)	Drones e Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)
2	Kou; Park (2023)	DR automático (auto-DR)
3	Huang; Su; Pao (2019)	Salas de aulas inteligentes.
4	Zabalos <i>et al.</i> (2020)	Modelagem interdisciplinar de gêmeos digitais que pode ser integrada aos sistemas de apoio à decisão existentes, fornecendo dicas quantitativas e sugestões sobre arquitetura e políticas sustentáveis de engenharia de TIC, ou seja, monitoramento ambiental.
5	Zarpellon <i>et al.</i> (2023)	Arquitetura IoT para gerenciamento de energia elétrica e consumo de água.
6	Chakal <i>et al.</i> (2023)	Tecnologias de realidade aumentada e virtual (AR/VR) para fornecer uma compreensão mais abrangente do ambiente do campus.
7	Opranescu; Nedelcu; Ionita (2023)	Automação de processos administrativos e automação de processos decisórios dos alunos através de importação de horários personalizados para alunos e professores usuários, geração de calendário personalizado, serviço de recomendação de assistente virtual para alunos e processo automatizado de intercâmbio de disciplinas.
8	Chen <i>et al.</i> (2022)	Desenvolvimento de arquitetura voltada à computação de borda multi-acesso (MEC) para regiões remotas, onde há conectividade limitada ou inexistente para um ambiente centralizado.
9	Pham <i>et al.</i> (2020)	Laboratório vivo.
10	Wahid <i>et al.</i> (2021)	Ensino híbrido síncrono por meio de videoconferências para sistemas de aprendizagem online; Solução de Equipamentos Inteligentes – baseada em dispositivos de Internet das Coisas para controle de luz, ar-condicionado, projetor LCD e teclas da sala de aula.
11	Lobato <i>et al.</i> (2021)	Mobilidade elétrica – projeto Sistema de Gestão de Mobilidade Elétrica Multimodal Inteligente para modais de ônibus e barco elétricos.
12	Fernandez <i>et al.</i> (2023)	Gêmeo digital.
13	Min-Allah; Alrashed (2020)	RFID, IoT, computação em nuvem, tecnologia de visualização 3D (realidade aumentada), tecnologia de sensores (movimento, temperatura, luz, umidade), tecnologia móvel (incluindo NFC, código QR, GPS) e serviço web.
14	Oberascher <i>et al.</i> (2022)	Projeto ‘Smart Water’ – instalação de hidrômetros digitais e válvulas para monitorar e controlar a rede de distribuição de água (WD).
15	Mustafa <i>et al.</i> (2021)	Salas de aula inteligentes; Laboratórios inteligentes; IoT na Gestão de resíduos e Água; IoT em um campus mais seguro; Vigilância por vídeo; Smart Locks e Controle de Acesso; Rastreamento ativos; Rastreamento pessoas; IoT em Eficiência; Energética e Economia de Custos; IoT em Aplicações Móveis; Sistema de Atendimento Inteligente; QR Code; Detecção e Rastreamento de Ocupação; Estacionamento eficiente; IoT na Biblioteca Inteligente.
16	Fortes <i>et al.</i> (2019)	Ilhas Verdes.
17	Sui; Xie (2023)	Plataformas de ensino online.
18	Abdullah <i>et al.</i> (2019)	Construção de edifícios inteligentes; Smart Grid do Campus.
19	Blazevic.; Riehle (2023)	Sensores IoT para monitoração dos usuários.

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2024.

Na análise do Quadro 4, constata-se que a utilização de sensores para controle dos ambientes é um dos recursos mais recorrentes nos projetos em desenvolvimento com foco em Smart Campus. Observa-se ainda que a gestão eficiente de água e energia é um item primordial para o entendimento de que determinado ambiente é ou pode ser considerado inteligente.

Quase todas as soluções apresentadas se baseiam em IoT para serem funcionais. De forma resumida, Internet das Coisas, ou “Internet of Things” (IoT), refere-se a uma rede de objetos físicos interconectados que, por meio de sensores, software e outras tecnologias, são capazes de coletar, processar e trocar informações pela internet, promovendo integração e automação de dispositivos em diversos contextos (Ashton, 2009; Bassi; Horn, 2008). Segundo Atzori, Iera e Morisio (2010), a IoT possui raízes que remontam aos anos 1990, com projetos pioneiros que já exploravam a conectividade de dispositivos e a coleta de dados. Essa longa trajetória explica a atual diversidade e abrangência das aplicações da IoT, que se tornou uma tecnologia versátil e multifuncional, presente em diversos setores da sociedade, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1. Aplicações de IoT



Fonte: Adaptado de Freitas, 2016.

Essa série de aplicações é resumida por Mustafa *et al.* (2021), que destaca as seguintes possibilidades tecnológicas: IoT na gestão de resíduos e água; IoT em um campus mais seguro; IoT em Eficiência; IoT em Aplicações Móveis e IoT na Biblioteca Inteligente. Assim, por meio da IoT, é possível modernizar, otimizar e automatizar as cidades, e, similarmente, o campus universitário, por meio de objetos tecnológicos.

4.3 Principais desafios para execução de projetos em Smart Campus

Os resultados apresentados até esta etapa podem ser entendidos como balizadores para o planejamento de um Smart Campus. No entanto, é preciso levar em consideração os desafios que

existem quando se trabalha com tecnologias que lidam notadamente com a gestão de dados, seja de uma população em uma municipalidade, seja em um ambiente mais reduzido e, mais correlativamente, complexo, como o de um campus universitário. Deste modo, apresentamos no Quadro 5 os principais desafios mapeados na RSL.

Quadro 5. Principais desafios para execução de projetos em “Smart Campus”

N	Autor e Data	Principais desafios
1	Kou; Park (2023)	Altos gastos com conexão e computação; Confidencialidade de dados.
2	Nóbrega; Miki; Palacio (2022)	Segurança dos dados.
3	Samancioglu; Nuere (2023)	Apesar do fato de que a transição para o desenvolvimento de campus inteligente ainda estar ocorrendo, há pouca prova de que as opiniões dos usuários são levadas em consideração pelos processos de tomada de decisão. Além disso, ressaltam-se os sistemas com tecnologias pouco apropriadas para os ambientes e a negligência aos espaços ao ar livre nos campi.
4	Zabalos <i>et al.</i> (2020)	O conceito de inteligência do campus ainda precisa ser exaustivamente testado, em virtude principalmente dos inúmeros tipos de sistemas, tecnologias e dispositivos inteligentes disponíveis para alunos, professores e instituições acadêmicas.
5	Zarpellon <i>et al.</i> (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Desafio de permitir que diferentes sistemas possam conversar entre si de maneira simples e direta, pois, além dos dados serem gerados de maneira diferente, seu armazenamento também pode não estar padronizado; - A construção da estrutura do banco de dados pode ser feita de diferentes maneiras, levando a incongruências quando da tentativa de integração de dados de diferentes bancos, mesmo quando os bancos armazenam os mesmos dados. Dados de múltiplas fontes só podem ser integrados quando esta heterogeneidade semântica é resolvida; - Dificuldades que possam existir com relação à disposição de participação das pessoas envolvidas no sistema que terá seus dados integrados, bem como a relutância em fornecer os dados necessários para a integração.
6	Chakal <i>et al.</i> (2023)	Domínio das aplicações relacionadas com a RA para cibersegurança verticais.
7	Chen <i>et al.</i> (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - As infraestruturas de informação tradicionais no campus podem não suportar aplicações inteligentes sensíveis à latência e intensivas em computação; - Mistura de aplicações antigas e novas, ilhas de dados isoladas e gerenciamento heterogêneo
8	Pham <i>et al.</i> (2020)	Segurança, privacidade, interoperabilidade, padronização e configuração, além de questões políticas.
9	Fernandez <i>et al.</i> (2023)	Gerenciamento de dados, aquisição de dados, recursos avançados de processamento, equipe treinada, armazenamento de dados, estruturas padrão de compartilhamento de dados, falta de dados abertos, acessibilidade para o público e outras partes interessadas, interoperabilidade entre plataformas, privacidade digital e dimensionamento de pilotos para a escala da cidade.
10	Valks; Arkesteyjn; Heijer (2019)	Os sistemas ainda são avaliados primariamente de uma perspectiva técnica e ainda não de uma perspectiva funcional
11	Min-Allah; Alrashed (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Segurança / privacidade; - Faltam atualmente padrões abrangentes de interoperabilidade para integrar vários dispositivos.

12	Oberascher <i>et al.</i> (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimento suficiente em TI; - Integração de diferentes participantes no projeto (diversidade de profissionais); - Altos custos de investimento; - Impactos ecológicos (uso de baterias nos projetos, por exemplo)
13	Fortes <i>et al.</i> (2019)	A coexistência final de elementos de TIC muito heterogêneos representa um desafio na manutenção da integração adequada de todos os diferentes equipamentos
14	Sui; Xie (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimento escasso da comunidade acadêmica sobre o que é Smart Campus; - Segurança das informações.
15	Abdullah <i>et al.</i> (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Barreiras técnicas observadas sob as seguintes perspectivas: segurança, privacidade e configuração; - Dificuldades financeiras devido aos recursos limitados das universidades; - Entraves políticos relacionados a restrições de privacidade.
16	Blazevic; Riehle (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Apoio governamental; - Preocupações com a privacidade; - Influência social e a colaboração em serviços.

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2024.

O termo Smart Cities, do qual derivam as universidades inteligentes, foi criado na década de 90, com foco principalmente nas novas tecnologias de informação e comunicação que estavam sendo incorporadas na infraestrutura urbana (Lopes; Leite, 2021). É evidente que muito se avançou nos quesitos que dizem respeito à efetivação de projetos voltados para este conceito. Contudo, nota-se que, ainda hoje, passados três décadas, muitos desafios estão presentes para a implantação de tecnologias que se apropriem do termo “inteligente”.

É consenso entre os autores mapeados na RSL que a segurança e a privacidade de dados são os principais desafios a serem enfrentados. Chama-nos atenção também o conhecimento escasso da comunidade acadêmica sobre o que é Smart Campus e, conseqüentemente, sobre os seus benefícios para a otimização da vida na universidade, o que nos leva a refletir sobre as estratégias que podem ser adotadas para mitigar entraves relacionados à resistência de muitos no que se refere às suas participações nas tomadas de decisão para a melhoria do ambiente universitário.

Considerou-se, portanto, neste estudo, ser de substancial importância analisar os desafios que integram a criação de um Smart Campus, tendo em vista o dispêndio financeiro que é comumente requerido em projetos tecnológicos. Assim, conjecturar os entraves é relevante para evitar a perda de capital humano e econômico para o estado ou para a própria instituição da qual se pretende um campus inteligente.

4.4 “Framework” conceitual para Smart Campus

O termo “Smart”, segundo Alves *et al.* (2019) citado por Lopes e Leite (2021, p.5), está relacionado a duas grandes áreas: “por um lado traz uma lógica de tecnópolis com a utilização de novas tecnologias (como IoT, big data, governança algorítmica, etc.) e, por outro, a ideia de cidade inovadora com a inclusão e participação cidadã na governança urbana”. Nesse sentido, é importante ressaltar que o conceito de “ser inteligente” não se limita apenas à difusão das TIDC, mas a todo um conjunto de necessidades, infraestruturas e conceitos sustentáveis.

O Smart Campus pode ser entendido, então, como uma nova etapa na construção de tecnologia

da informação em universidades. E, apesar das pesquisas sobre o tema concentrarem-se na área da Ciência da Computação, percebe-se, a partir da RSL, que a gestão pode contribuir de forma significativa para essa transição de modelo.

A evolução das IES brasileiras se constitui necessária e urgente, considerando também um estudo apresentado por Reinsel, Gantz e Rydning (2018) da International Data Corporation (IDC), que indica uma previsão alarmante de interação de dados: em 2025, aproximadamente 75% da população mundial estará conectada e interagindo com dados a cada 18 segundos, sendo grande parte dessa interação oriunda de dispositivos de Internet of Things (IoT) (Bandeira *et al.*, 2022).

Considerando este contexto e o estágio atual das universidades brasileiras, é possível sugerir a adoção da metodologia de framework conceitual definida pela Universidade de Sapienza, Itália (Pagliaro *et al.*, 2016), que, de forma adaptada, pode ser utilizada como um caminho possível para o desenvolvimento de projetos que convirjam para a melhoria da qualidade de vida e sustentabilidade no campus, em direção ao modelo de Smart Campus. O framework desenvolvido pela Universidade de Roma é dividido em seis etapas:

1. Planejamento preliminar – consiste no estudo exploratório da universidade, que tem por objetivo levantar os desafios e as potencialidades do local, definir as áreas que serão investigadas e os usuários beneficiados. Nesta etapa é também analisado como os dados serão coletados e a viabilidade dos projetos.
2. Identificação dos campos de ação – é um filtro das áreas pré-selecionadas na etapa 1;
3. Aquisição de dados – essa etapa é caracterizada pelo levantamento dos dados para a construção da base. Podem ser utilizados questionários, entrevistas, consultas públicas a comunidades, entre outros;
4. Análise de dados – tabulação e avaliação dos dados coletados;
5. Categorização de problemas – identificação das deficiências de cada área;
6. Definição das estratégias – escolha da estratégia mais adequada de acordo com o campo de ação. Esse processo é realizado em três etapas: construção de Matrizes de incidência (ações x campos); ponderação das ações, onde são acrescentadas pontuações a cada ação, sendo: nota do usuário, nota de viabilidade e nota de tempo. Por fim, tem-se a escolha das ações vencedoras a partir das pontuações totais mais elevadas.

Considerando o perfil das universidades nacionais é sugestiva a aplicação da supracitada metodologia para a experimentação de projetos tecnológicos que promovam a sustentabilidade e que também possam ser exportados para as cidades, contribuindo assim para a construção de espaços mais sustentáveis.

Vale discutir, no entanto, que a proposta de framework mencionada leva em consideração uma realidade diferente de universidade, bem como de estrutura técnico-tecnológica. Deste modo, a sua implementação requer um planejamento cuidadoso, investimento em tecnologias adequadas e uma abordagem integrada para garantir que todos os componentes funcionem em harmonia para atingir os objetivos de sustentabilidade e eficiência.

Portanto, é imprescindível o investimento em profissionais específicos para traçar os caminhos de execução da proposta, considerando que este necessita de uma coordenação que abarque vários

aspectos técnicos e organizacionais. A abordagem deve ser adaptável e iterativa para responder às necessidades em evolução e garantir a realização dos objetivos de transformação do campus.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou identificar principalmente conceitos, soluções tecnológicas e desafios relacionados à Smart Campus. Embora haja uma vasta produção científica e o desenvolvimento de projetos fundamentados a partir da concepção aqui discutida nos últimos anos, este estudo identificou a falta de consenso em relação ao seu conceito. Esse dissenso sugere a possibilidade de maiores investigações no campo da temática, pois o campus inteligente, em seu sentido prático, contém um considerável potencial dinâmico e adaptativo.

Nesse sentido, salienta-se que a proposta de framework apresentada deve ser igualmente adaptativa, ou seja, acompanhar as constantes transformações tecnológicas e acadêmicas, para que o modelo de Smart Campus não se torne rapidamente ultrapassado ou obsoleto, não atendendo assim às necessidades da comunidade estudantil.

A intenção desta pesquisa foi chamar a atenção para a importância do desenvolvimento de projetos alinhados ao bem-estar e à melhoria dos processos de ensino e aprendizagem nas universidades, bem como às possibilidades trazidas pelo conceito de Smart Campus para a concretização de tais objetivos. Assim, faz-se uma pequena colaboração referencial às perspectivas de soluções inteligentes abrangidas pelo tema proposto.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, A. *et al.* Toward a smart campus using IoT: Framework for safety and security system on a university campus. **Advances in Science, Technology and Engineering Systems**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 97-193, 2019.
- ASHTON, K. That 'Internet of Things' Thing. **RFID Journal**, 2009. Disponível em: <https://www.rfid-journal.com/that-internet-of-things-thing>. Acesso em: 26 nov. 2024.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORISIO, G. The internet of things: A survey. **Computer networks**, [S. l.], v. 54, n. 5, p. 2787-2805, 2010.
- BANDEIRA, L. *et al.* SMART CAMPUS NO BRASIL: um estudo exploratório. In: IFBAE – CONGRESSO DO INSTITUTO FRANCO-BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS, 11., 2022, Rennes, França. **Anais [...]**, Rennes, [s. d.], 2022. Disponível em: <https://ifbae.s3.eu-west-3.amazonaws.com/file/congres/smart-campus-no-brasil-bandeira-et-al-640711e03213c507448668.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- BASSI, Alessandro; HORN, David. Internet of Things in 2020: A roadmap for the future. European Commission – Information Society and Media, 2008. Disponível em: https://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IOT_Clusterbook_2008.pdf. Acesso em: 26 nov. 2024.
- BLAZEVIC, M.; RIEHLE, D. M. University of Things: Opportunities and Challenges for a Smart Campus Environment based on IoT Sensors and Business Processes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET OF THINGS, BIG DATA AND SECURITY, 8. 2023, Praga, República Checa. **Anais [...]**. Praga, [s. d.], 2023.
- CIBILIC, I.; POSLONČEC-PETRIĆ, V.; MATOŠIĆ, N. 3D modeling of the scientific and educational campus Borongaj using Unmanned Aerial Vehicle. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EARTH OBSERVATION AND GEO-SPATIAL INFORMATION (ICEOGI), 2023, Algiers, Argélia. **Anais [...]**. Algiers, [s. d.], 2023.
- CHAKAL, K. *et al.* Augmented Reality Integration for Real-Time Security and Maintenance in IoT-Enabled Smart Campuses. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORK PROTOCOLS, 31., 2023. Reykjavik, Islândia. **Anais [...]**. Reykjavik, [s. d.], 2023.
- CHEN, Q. *et al.* Educational 5G Edge Computing: Framework and Experimental Study. **Electronics**, Switzerland, v. 11, n. 17, 2022.
- FERNANDEZ, J. B. *et al.* Smart DCU Digital Twin: Towards Smarter Universities. In: IEEE SMART WORLD CONGRESS (SWC), 2023, Portsmouth, Hampshire. **Anais [...]**. Portsmouth, [s. d.], 2023.
- FERREIRA, F. H. C.; ARAÚJO, R. M. Campus Inteligente: conceitos, aplicações, tecnologias e desafios. **RelaTe-DIA**, [S. l.], v. 11, n. 1, 2018.
- FORTES, S. *et al.* The campus as a smart city: University of Málaga environmental, learning, and research approaches. **Sensors**, Switzerland, v. 19, n. 6, p. 1-23, 2019.
- FREITAS, R. R. D. Internet das coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios. São Paulo: Netpress Books, 2016.
- FREITAS, M. C. D. Rede de Colaboração e Educação Aberta no Ensino Superior. **Revista REBECIN**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 77-86, 2019. Disponível em: <http://abecin.org.br/portalderevistas/index.php/rebecin>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- GIDDENS, A. Risco, confiança e reflexividade. In: BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização**

- reflexiva**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista São Paulo, 1997.
- HUANG, L-S.; SU, J-Y.; PAO, T-L. A context-aware smart classroom architecture for smart campuses. **Applied Sciences**, [S. l.], v. 9, n. 9, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app9091837>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- IBGE. 2023. De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. **IBGE**, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-m-ilhoes>. Acesso em: 14 ago. 2023
- INEP. Resumo técnico do Censo da Educação Superior em 2022. **INEP**, 2023. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2022/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2022.pdf. Acesso em: 20 jul. 2024.
- JESUS, A. B.; PEREIRA, J. S.; SANTIAGO, T. E. T. Universidades Inteligentes, Projeto Smart UCSAL: mapeando e compartilhando alvos de interatividades no campus de Pituvaçu, Salvador – BA. In: SEMOC - SEMANA DE MOBILIZAÇÃO CIENTÍFICA, 2018, Salvador. **Anais** [...]. Salvador, [s. d.], 2018.
- KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic Literature Reviews in Software Engineering: a systematic literature review. **Information and Software Technology**, [S. l.], v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, Technical Report EBSE 2007-001. Keele: Department of Computer Science Keele University, 2007.
- KOU, W.; PARK, S. A Distributed Energy Management Approach for Smart Campus Demand Response. **IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Industrial Electronics**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 339-347, 2023.
- LOBATO, E. P. S. *et al.* Smart City: application of the ABNT NBR ISO 37122:2020 Standard in the University City of UFPA. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRY APPLICATIONS, 14., 2021, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, [s. d.], 2021.
- LOPES, D.; LEITE, V. Cidades Inteligentes: conceitos e aplicações. **Escola Nacional de Administração Pública**, 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7001/1/2021.05.14%20-%20Cidades%20inteligentes%20-%20conceitos%20e%20aplicacao%20-%20rev.%2005-22.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- MARIANO, A. M.; ROCHA, M. S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integrada. In: AEDEM INTERNATIONAL CONFERENCE, 1., 2017. **Anais** [...]. 2017.
- MIN-ALLAH, N.; ALRASHED, S. Smart campus—A sketch. **Sustainable Cities and Society**, [S. l.], v. 59, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102231>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- MUSTAFA, M. F. *et al.* Student Perception Study On Smart Campus: A Case Study On Higher Education Institution. **Malaysian Journal of Computer Science**, [S. l.], n. 1, p. 1-20, 2021.
- NEVES, A. R. M. *et al.* Iniciativa Smart Campus: um estudo de caso em progresso na Universidade Federal do Pará. In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO URBANA, 1., 2017. Belém. **Anais** [...]. Belém, [s. d.], 2017.
- NÓBREGA, P. I. S.; MIKI, A. F. C.; PALACIO, M. C. Uma estrutura de campus inteligente: desafios e oportunidades para a educação com base nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Sustainability**, [S. l.], v. 14, v. 15, p. 1-17, 2022.
- OBERASCHER, M. *et al.* Smart water campus: a testbed for smart water applications. **Water Scien-**

- ce and Technology**, [S. l.], v. 86, n. 11, p. 2834-2847, 2022.
- OPRANESCU, V.; NEDELCU, I.; IONITA, A. D. Automating Students' Decision Processes in a Smart Campus. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCED TOPICS IN ELECTRICAL ENGINEERING*, 13., 2023, Bucareste. **Anais** [...]. Bucareste, [s. d.], 2023.
- PAGLIARO, F. *et al.* A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. **IEEE**, [S. l.], p. 1-6, 2016.
- PHAM, T. V. *et al.* Proposed Smart University Model as a Sustainable Living Lab for University Digital Transformation. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN TECHNOLOGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (GTSD)*, 5., 2020, Cidade de Ho Chi Minh. **Anais** [...]. Cidade de Ho Chi Minh, [s. d.], 2020.
- REINSEL, D.; GANTZ, J.; RYDNING, J. The Digitization of the World: from edge to core. **Seagate**, 2018. Disponível em: <https://www.seagate.com/files/www-content/ourstory/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2024.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2011.
- ROTH-BERGHOFFER, T. R. Smart university, the university as a platform. **Smart University**, 2013. Disponível em: <https://smartuniversity.uwl.ac.uk/blog/?p=100>. Acesso em: 13 ago. 2023.
- SAMANCIOGLU, N.; NUERE, S. A determination of the smartness level of university campuses: the Smart Availability Scale (SAS). **J. Eng. Appl. Sci.**, [S. l.], v. 70, n. 10, p. 1-19, 2023.
- SUI, C.; XIE, Y. The effect of smart campus on the low infection rate in the post-pandemic era. **Science Progress**, [S. l.], v. 106, n. 2, p. 1-18, 2023.
- UNFPA. À medida que a população mundial atinge 8 bilhões de pessoas, ONU pede solidariedade no avanço do desenvolvimento sustentável para todos. **UNFPA**, 2022. Disponível em: <https://brazil.unfpa.org/pt-br/news/a-medida-que-populacao-mundial-atinge-8-bilhoes-de-pessoas-onu-pede-solidariedade-no-avan%C3%A7o-do#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20est%C3%A1%20projetada,renda%20baixa%20e%20m%C3%A9dia%20baixa>. Acesso em: 5 jul. 2023.
- VALKS, B.; ARKESTEIJN, M.; DEN, A. H. Smart campus tools 2.0 exploring the use of real-time space use measurement at universities and organizations. **Facilities**, [S. l.], v. 37, n. 13, p. 961-980, 2019.
- VILELA, J. *et al.* Integration between requirements engineering and safety analysis: A systematic literature review. **Elsevier**, [S. l.], v. 125, p. 68-92, 2017.
- WAHID, S. A. *et al.* Smart Campus Framework: A Solution for New Normal Education System. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY, INFORMATION SYSTEMS AND ELECTRICAL ENGINEERING (ICITISEE)*, 5., 2021, Purwokerto, Indonesia. **Anais** [...]. Purwokerto, [s. d.], 2021.
- ZABALLOS, A. *et al.* A Smart Campus' Digital Twin for Sustainable Comfort Monitoring. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 21, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12219196>. Acesso em: 26 nov. 2024.
- ZARPELLOM, B. O. *et al.* Arquitetura IoT para integração de dados no contexto de um Smart Campus. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRY APPLICATIONS*, 15., 2023, São Bernardo. **Anais** [...]. São Bernardo: IEEE, 2023. p 1561-1568.