

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM CAMPUS INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Francisco de Assis Souza Alexandre. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
francisco.alexandre@ifce.edu.br

Auzuir Ripardo de Alexandria. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
auzuir@ifce.edu.br

RESUMO

Existe uma tendência crescente de estudos sobre a temática dos campi inteligentes em todo o mundo. Porém, nenhuma definição universal de campus inteligente foi estabelecida até o momento na literatura. Além disso, ainda não há um entendimento claro e unificado sobre foco, escopo e detalhes para os projetos de campi inteligentes, havendo um grande campo de pesquisa a ser desenvolvido sobre o assunto. Assim, o objetivo deste artigo é, através de uma revisão sistemática da literatura - RSL, identificar projetos e/ou áreas onde estão concentrados os esforços para o desenvolvimento dos campi inteligentes e possíveis evidências de que de fato esses projetos apresentam resultados educacionais positivos e mensuráveis para o processo de ensino-aprendizagem. A base de conhecimento Web of Science foi escolhida. Os artigos dos últimos três anos foram então classificados, selecionados, analisados e, posteriormente, cada um foi discutido, sendo, por fim, apresentadas suas principais características. Os resultados indicam que a China é o país com o maior percentual de trabalhos publicados sobre campi inteligentes, que a maioria dos artigos avaliados adota as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e a Internet das Coisas (IoT) como ponto de partida de projetos envolvendo campus inteligente, que aprendizagem inteligente é o pilar mais citado para o desenvolvimento e gestão de campi inteligentes e que nenhum dos 27 artigos desta revisão apresentou evidências de que os projetos de campi inteligentes demonstraram resultados educacionais mensuráveis para o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: *Campus* inteligente. Aprendizagem inteligente. TICs. *Internet* das coisas. Sensores inteligentes.

Data de recebimento: 07/05/2023

Data do aceite de publicação: 10/04/2024

Data da publicação: 30/04/2024

EDUCATIONAL DEVELOPMENT IN SMART CAMPUS: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

There is a growing trend of studies on the topic of smart campuses around the world. However, no universal definition of smart campus has been established so far in the literature. Furthermore, there is still no clear and unified understanding of the focus, scope and details for smart campus projects, and there is a large field of research to be developed on the subject. Thus, the objective of this article is, through a systematic literature review - RSL, to identify projects and/or areas where efforts are concentrated for the development of smart campuses and possible evidence that these projects in fact present positive and measurable educational results. for the teaching-learning process. The Web of Science knowledge base was chosen. The articles from the last three years were then classified, selected, analyzed and, subsequently, each one was discussed, and finally, its main characteristics were presented. The results indicate that China is the country with the highest percentage of works published on smart campuses, and that the majority of articles evaluated adopt Information and Communication Technologies (ICTs) and the Internet of Things (IoT) as a starting point for projects. involving smart campuses, that smart learning is the most cited pillar for the development and management of smart campuses and that none of the 27 articles in this review presented evidence that smart campus projects demonstrated measurable educational results for the teaching-learning process.

Keywords: Smart campus; Smart learning; ICTs; Internet of Things; Smart sensors.

1 INTRODUÇÃO

Um número crescente de pesquisadores e profissionais estão trabalhando para o desenvolvimento de cidades inteligentes (ou *smart cities* em inglês) e certa atenção está sendo dada também para o desenvolvimento de *campi* inteligentes, pois trata-se de um componente importante das cidades inteligentes (Dong *et al.*, 2016). Embora cidades e universidades sejam ambientes distintos e com objetivos diferentes, muitas vezes apresentam um contexto socioeconômico, ambiental e geográfico semelhante e, portanto, compartilham serviços, infraestruturas, canais de comunicação, redes de transporte e até desafios e necessidades (Sospedra *et al.*, 2015). Até certo ponto, os *campi* podem ser vistos como micromodelos de pequenas cidades, levantando questões e preocupações semelhantes (Kar; Gupta, 2015).

Porém, diferentemente do que ocorre com as cidades inteligentes, que já possuem um conceito formal e global, além de indicadores mensuráveis de desempenho definidos na norma ISO 37122 - *Sustainable cities and communities - Indicators for smart cities* (ISO, 2019), nenhuma definição universal de *campus* inteligente foi estabelecida até o momento na literatura pesquisada (Coccoli *et al.*, 2014; Prandi *et al.*, 2020; Chagnon-Lessard *et al.*, 2021). Por hora, o que se observa é que vários autores incluíram em suas publicações definições próprias para o que, segundo eles, caracteriza um *campus* inteligente.

Nesse sentido, conforme Tian *et al.* (2018), *campus* inteligente é uma área de pesquisa interessante, nova e emergente, em que se usa tecnologia e infraestrutura para apoiar e melhorar seus processos nos serviços do *campus*, no ensino, na aprendizagem e na pesquisa. Kwok (2015) afirma que *campus* inteligente é aquele que tem capacidade de resposta a novas situações ocorridas em sua operação diária, sendo, considerações de dados, conhecimento dos procedimentos e integração de sistemas elementos essenciais para sua construção. Já Prandi *et al.* (2020) definem o *campus* inteligente como um ambiente físico em que tecnologias inovadoras e difundidas de informação e comunicação possibilitam que as pessoas vivenciem e interajam com o espaço e gerem dados.

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Para Min-Allah e Alrashed (2020), o principal objetivo de um *campus* universitário é fornecer educação de qualidade e facilitar o processo do ensino e da aprendizagem, por isso deve ser uma prioridade para qualquer *campus* ter soluções inteligentes e confiáveis para melhorar esse processo. Tomando-se, portanto, a educação como área prioritária para o desenvolvimento de *campi* inteligentes, o modelo “tradicional” de ensino baseado em métodos ou técnicas onde o aluno desenvolve um papel passivo, tem se mostrado ineficiente no processo de aprendizagem (Villegas *et al.*, 2020). Assim, segundo Gao (2022), a aplicação do *campus* inteligente pode melhorar o modelo “tradicional” de ensino existente e realizar inovação tecnológica, inovação de gestão, reforma das práticas de ensino, inovação de serviço e melhoria da qualidade de vida de seus usuários.

Os *campi* inteligentes, conforme descrevem Heinemann e Uskov (2018), promovem vantagens em inúmeros aspectos para a educação, como a introdução de avançadas tecnologias, formas de aprendizagem mais flexíveis, aulas e acesso *online* de documentos para estudo. Porém, esses mesmos autores, ao analisarem trabalhos acadêmicos sobre *campus* inteligente, afirmam que ainda não há um claro e unificado entendimento sobre foco, escopo e detalhes que permitam comparar as abordagens propostas, diferentes características e níveis de inteligência entre os projetos de *campi* inteligentes, havendo aqui um grande campo de pesquisa a ser desenvolvido.

Outras questões envolvendo a implantação de *campi* inteligentes são apresentadas por Kwet e Prinsloo (2020), que afirmam que os supostos benefícios das tecnologias inteligentes permanecem teóricos, não havendo ainda evidências reproduzíveis de que essa tecnologia melhora os resultados educacionais em escala em um amplo espectro de implantações.

Considerando as questões apresentadas, o objetivo deste artigo é, através de uma revisão sistemática da literatura - RSL, identificar projetos e/ou áreas onde estão concentrados os esforços para o desenvolvimento de *campi* inteligentes, além de possíveis evidências de que de fato esses projetos apresentam resultados educacionais positivos e mensuráveis para aprendizagem da comunidade acadêmica discente. Para tanto, este estudo está estruturado como segue: na Seção 2 é apresentado um referencial teórico sobre a temática estudada. Na Seção 3 é explicado como as publicações foram selecionadas para compor este trabalho. Em seguida, na Seção 4 são resumidos os principais achados da revisão de literatura, reunindo as publicações por ano de publicação e, posteriormente os resultados são analisados e discutidos, e na Seção 5 são apresentadas as conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o desenvolvimento da computação em nuvem, *big data* e *Internet* das Coisas (IoT), a tecnologia da informação vem sendo, gradualmente, integrada ao setor educacional, fazendo com que o nível de informatização da universidade também melhore constantemente (Nan *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2018). Nesse contexto, surgem os *campi* inteligentes (ou *smart campus* em inglês), cuja fundamentação deriva do conceito de cidades inteligentes (ou *smart cities* em inglês), que é a integração dinâmica do mundo digital e do mundo físico, em que os dados de várias fontes são coletados automaticamente em tempo real (Kwok, 2015).

Sabe-se que a ideia de *campus* inteligente é recente e se apresenta como uma ferramenta que agrega valor à gestão universitária. Isso porque, devido ao uso de ferramentas inteligentes, o gestor pode reduzir os custos e aumentar a eficiência, como, por exemplo, monitorar e acompanhar as informações dos estudantes em tempo real, analisando os recursos de imagem que estão sendo armazenados em ambientes de computação em nuvem (Xia *et al.*, 2018).

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

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

O estudo de Sánchez-Torres *et al.* (2018) apresenta algumas vantagens de um *campus* inteligente, sendo essas: conhecer o tráfego de pessoas em relação à universidade, controlar o fluxo acadêmico, analisar riscos e tomadas de decisão através de estatísticas, sistematizar todos os processos e reduzir o consumo de energia. Já Ng *et al.* (2010) listam benefícios mais voltados para o processo de ensino-aprendizagem, como por exemplo: resolver as barreiras tradicionais de aprendizado por meio de facilitadores tecnológicos, permitir aprendizagem, ensino e pesquisa colaborativos, enriquecer o ambiente de aprendizado, ensino e pesquisa, melhorar a comunicação entre os alunos, professores e a gestão, atrair e reter os melhores alunos e professores, além de permitir maior eficiência e produtividade do *campus*, ampliar o alcance da universidade sem expansão de suas instalações e fornecer facilidade e clareza na governança e gestão do *campus*.

Mesmo sendo um tema atual e que vem ganhando espaços na produção científica (Ferreira; Araújo; Dos Santos, 2018), nenhuma definição universal de *campus* inteligente foi encontrada na literatura (Bibri; Krogstie, 2017; Dong *et al.*, 2020; Awuzie *et al.*, 2021; Chagnon-Lessard *et al.*, 2021). Assim, Muhamad *et al.* (2017) defendem que três grupos principais de abordagens conceituais podem ser identificadas para caracterização de um *campus* inteligente: a primeira, impulsionada pela tecnologia, a segunda, através da adoção do conceito de cidade inteligente e, por fim, a terceira, baseada no desenvolvimento de uma organização ou processo de negócios.

Ainda segundo Muhamad *et al.* (2017), na abordagem orientada para a tecnologia, os *campi* inteligentes evoluem dos digitais com foco em infraestrutura avançada, como sensores e sistemas, fornecendo diversos serviços aos usuários. A adoção do conceito de cidade inteligente coloca o foco nas semelhanças entre cidades e *campi*, apoiando vários usuários a realizar múltiplas tarefas em edifícios multifuncionais. Já as definições orientadas por organização ou processo enfatizam critérios de otimização, por exemplo, implementação de inteligência através do uso de várias tecnologias de sensores que suportam automaticamente relatórios em todos os aspectos da vida do *campus*, incluindo aprendizado, interação social e gerenciamento inteligente de edifícios.

No universo desta pesquisa encontram-se as seguintes definições para *campus* inteligente, sendo estas apresentadas no Quadro 1, com os diferentes conceitos e/ou características que vem sendo considerados nos últimos anos pelos pesquisadores.

Quadro 1 - Conceitos e/ou características de *campus* inteligente

Autores	Conceitos e/ou características
Chen, Zhang e Zhang (2012)	<i>Campus</i> inteligente é um estágio avançado na construção da informatização do <i>campus</i> , onde a vida cotidiana pode ser mais conveniente.
Kondepudi <i>et al.</i> (2014)	As práticas inteligentes nos <i>campi</i> universitários, semelhantes às práticas das cidades inteligentes, visam melhorar a qualidade de vida e a eficiência das operações, o que vem beneficiar os aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais do uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs).
Kar e Gupta (2015)	Um <i>campus</i> inteligente fundamenta-se em três pilares: infraestrutura, operações e pessoas, onde, as principais características desse modelo são: automação habilitada para a tecnologia inteligente, serviços integrados via <i>dashboards</i> , eficiência energética e hídrica, criatividade e inovação por meio da colaboração e resultados nas melhores práticas.
Autores	Conceitos e/ou características

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPUS* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Kwok (2015)	O <i>campus</i> que tem capacidade de resposta a novas situações ocorridas em sua operação diária. Os elementos essenciais para a construção de <i>campus</i> inteligente são: considerações de dados, conhecimento processual e integração de sistemas.
Dong <i>et al.</i> (2016)	O <i>campus</i> inteligente apresenta três características necessárias: a percepção precisa do contexto e o acesso onipresente à rede; a alocação eficiente de recursos e a tomada de decisão inteligente baseada em princípios objetivos.
Petcovici e Stroulia (2016)	Um <i>campus</i> inteligente incorpora as interações de espaços virtuais e físicos para criar novas experiências usando dispositivos inteligentes em uma rede de IoT para garantir a eficiência operacional.
Xu, Wang e Yu (2018)	As características do <i>campus</i> inteligente incluem conscientização ambiental abrangente, conexão de rede contínua, suporte maciço a dados, ambiente de aprendizado aberto e serviços personalizados para professores e alunos.
Sánchez-Torres <i>et al.</i> (2018)	<i>Campus</i> inteligente utiliza tecnologias para ser mais competitivo e garantir um futuro mais sustentável, com uma ligação simbiótica de redes de pessoas, tecnologia, infraestrutura, consumo, energia e espaços.
Liang e Chen (2018)	O <i>campus</i> inteligente é uma forma mais inteligente e integrada, baseada na fundação do <i>campus</i> digital. Refere-se ao trabalho baseado na <i>internet</i> , aprendendo e vivendo o ambiente de integração. Esse ambiente integrado é baseado em vários sistemas de serviços de aplicativos e integra totalmente a medicina, a gestão e a vida do <i>campus</i> .
Nan <i>et al.</i> (2018)	O <i>campus</i> inteligente está intimamente integrado às novas tecnologias da <i>internet</i> , que usam computação em nuvem, virtualização e a IoT para mudar as formas de interagir, de transferir conhecimentos e de compartilhar recursos entre os usuários do <i>campus</i> .
Luo (2018)	A essência de um <i>campus</i> inteligente é uma plataforma virtual para a troca de informações. A tecnologia da IoT é, frequentemente, necessária para ser usada ao máximo e construir um sistema de rede que pode fornecer pesquisa de informações, troca de recursos e outros serviços para professores e alunos e, finalmente, facilitar o trabalho de gestão do <i>campus</i> inteligente e em tempo real.
Tian <i>et al.</i> (2018)	<i>Campus</i> inteligente é uma área de pesquisa interessante, nova e emergente, que usa tecnologia e infraestrutura para apoiar e melhorar seus processos nos serviços do <i>campus</i> , ensino, aprendizagem e pesquisa.
Weng, Zhang e Xia (2018)	O <i>campus</i> inteligente está atraindo a atenção das pessoas porque se adapta às necessidades de vários alunos. Isso é atribuído a dispositivos com recursos de rede. A interoperabilidade é uma das características mais importantes de um sistema de <i>campus</i> inteligente, um sistema que tem a capacidade de conectar diversos dispositivos eletrônicos para que eles funcionem como um sistema unificado.
Xia <i>et al.</i> (2018)	O conceito de <i>campus</i> inteligente é recente e agrega valor à gestão do <i>campus</i> . Isso porque, devido ao uso de ferramentas inteligentes, o gestor pode reduzir os custos e aumentar a eficiência, como, por exemplo, monitorar e analisar as informações dos estudantes em tempo real, analisando os recursos de imagem que estão sendo armazenados em ambientes de computação em nuvem.
Yang <i>et al.</i> (2018)	<i>Campus</i> inteligente é aquele intelectualizado, em que se aprende e se vive em um ambiente integrado e baseado na IoT. É uma plataforma integrada de serviços de informação aberta, inovadora, colaborativa e inteligente.
Zhang (2018)	O <i>campus</i> inteligente é proposto com o desenvolvimento da tecnologia da <i>internet</i> e, normalmente, usado para compreender, perceber, adquirir e transmitir dados em massa.
Schenatz, Da Cunha e Kugler (2019)	O conceito de <i>campus</i> inteligente designa locais onde são desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e extensão permeadas pelo uso de tecnologias emergentes (inovações tecnológicas) com potencial para criar mudanças em todos os aspectos relacionados à vida acadêmica: edificações, educação e aprendizado, energia, gestão e governança, social, mobilidade, recursos naturais, saúde, segurança e tecnologia.
Prandi <i>et al.</i> (2020)	O conceito de <i>campus</i> inteligente é um refinamento do termo ambiente inteligente, definido como um ambiente físico em que tecnologias inovadoras e difundidas de informação e comunicação possibilitam que as pessoas vivenciem e interajam com o espaço e gerem dados.
Rashmi, Ashwin e Guddeti (2021)	Em um <i>campus</i> inteligente, a equipe do <i>campus</i> pode se concentrar em suas tarefas principais, enquanto a maioria das outras operações é gerenciada de forma transparente para oferecer relatórios dinâmicos, que ajudam na tomada de decisões.
Autores	Conceitos e/ou características

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Francisco (2021)	<i>Campus</i> que, focado em melhorar a experiência de seus usuários de forma equitativa e formar cidadãos preparados para os desafios do futuro, investe em resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental, incentivando a pesquisa e melhorando fundamentalmente realidade da comunidade no qual está inserido, fazendo uso de tecnologias modernas para fornecer melhores serviços e qualidade de vida (alunos, funcionários, visitantes), buscando constantemente a inovação, adaptando-se às necessidades do mundo atual, sem desvantagens injustas ou degradação do meio ambiente natural, criando assim um ambiente produtivo, criativo e sustentável.
------------------	---

Fonte: autores (2022)

Observa-se, assim, que a definição de *campus* inteligente possui diferentes caracterizações na literatura, porém, de acordo com Galeano-Barrera *et al.* (2018), o termo está associado a um tipo de ambiente capaz de reunir informações, geralmente apoiadas em tecnologia, para facilitar a tomada de decisões em diferentes áreas da gestão organizacional e do conhecimento. Chagnon-Lessard *et al.* (2021) complementam, afirmando que as propostas existentes para *campi* inteligentes são principalmente tecnológicas e omitem os fatores relacionados ao processo de ensino-aprendizagem.

3 METODOLOGIA

Segundo Okoli (2019), a revisão sistemática de literatura (RSL) é um método sistemático, explícito, abrangente e reproduzível para identificar, avaliar e sintetizar o corpo existente de trabalhos completos e registrados produzidos por pesquisadores, estudiosos e profissionais.

A fim de identificar onde estão os esforços atuais de pesquisa sobre *campi* inteligentes, uma RSL é então proposta neste artigo. Para isto, a *Web of Science* foi selecionada por ser considerada uma das bases de conhecimento de índice de citações científicas mais relevantes no campo acadêmico (Zyoud, 2017). A pesquisa foi realizada em março de 2022 e a *string* TS=("*SMART CAMPUS*") OR TS=("*SMART UNIVERSITY*") foi utilizada para selecionar publicações dos três últimos anos (2020, 2021 e 2022). Este período foi escolhido por apresentar as descobertas mais recentes sobre o assunto e por já existirem trabalhos de revisão contemplando anos anteriores ao período aqui escolhido. Na busca empregou-se de forma intencional termos mais amplos, com vistas a abarcar uma maior quantidade de produções, evitando que algum estudo importante fosse excluído no levantamento. A *tag* "TS" foi utilizada na *string* para permitir a busca no título, no resumo e nas palavras-chave dos artigos.

Em seguida, aplicou-se o filtro para seleção dos seguintes tipos de documentos:

- Artigos originais;
- Artigos de dados de pesquisa;
- Artigos de revisão;
- Artigos nos idiomas português, inglês ou espanhol.

Como critérios de exclusão desconsiderou-se livros, capítulos de livros, editoriais, apresentações, entre outros formatos de textos, por não passarem por processo rigoroso de avaliação por pares, como ocorre com os artigos científicos.

A busca utilizando a *string* de pesquisa gerou um total de 632 publicações. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão obteve-se 125 artigos relevantes que foram selecionados e transferidos para uma matriz de dados. Posteriormente realizou-se uma análise e leitura de cada artigo para filtrar publicações não diretamente relacionadas ao tema "*campus* inteligente" ou "universidade inteligente", assim, o número de artigos para compor esta pesquisa foi então reduzido para 27.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Com base nos artigos selecionados, esta Seção tem como objetivo resumir os trabalhos desenvolvidos em torno da temática *campus* inteligente, apresentando projetos e/ou áreas onde estão concentrados os esforços de cada um, bem como possíveis evidências de que de fato esses projetos apresentam resultados educacionais positivos e mensuráveis para aprendizagem da comunidade acadêmica discente.

Min-Allah e Alrashed (2020) propuseram um modelo de *campus* inteligente baseado nos conceitos de cidade inteligente e elaboraram uma lista de iniciativas que podem ser priorizadas de acordo com as necessidades e a localização geográfica da instituição de ensino. O objetivo é divulgar e fornecer uma visão para a administração dessas instituições na avaliação e no posicionamento de sua infraestrutura existente em relação ao conceito de *campus* inteligente. Os principais componentes do modelo incluem infraestrutura física, integração de tecnologia inteligente com rede elétrica inteligente (*smart grid*), análise dos dados coletados e oferta de serviços. Os autores concluíram que os desafios associados à implantação de *campi* inteligentes sugerem a necessidade de uma organização global para estabelecimento e unificação de padrões relacionados a esse tema.

Ahmed, Alnaaj e Saboor (2020) apresentaram uma estrutura unificada para um *campus* inteligente compreendendo oito critérios principais (cartões inteligentes, sala de aula inteligente, gerenciamento de energia, aprendizagem adaptativa, transporte inteligente, segurança e proteção, *data center* de otimização e análise, serviços de instalações inteligentes) e 25 aplicações baseadas em plataformas de *Internet* das Coisas (IoT) e computação em nuvem. Os autores utilizaram esses critérios para identificar o que é percebido como um *campus* inteligente e avaliá-los a partir da percepção das partes interessadas (*stakeholders*). Neste sentido é calculado o Índice de Importância Relativa (IIR) das 25 aplicações levantadas, chegando-se ao resultado de que todos os critérios e aplicações listadas são características importantes de um *campus* inteligente, sendo o critério de cartão inteligente com a aplicação de registro dos dados pessoais aquele a apresentar o maior IIR. Além desse estudo, os autores destacam também os facilitadores e desafios significativos para a implementação de *campi* inteligentes, usando a *American University of Sharjah*, localizada nos Emirados Árabes Unidos, como estudo de caso.

Zaballos *et al.* (2020) propuseram uma estrutura de *campus* inteligente utilizando redes de sensores sem fio baseadas em IoT nas áreas de monitoramento ambiental e sistemas de detecção de emoções, a fim de fornecer informações sobre o nível de conforto dos usuários e visualizar parâmetros físicos de instalações educacionais para eficiência energética. Os resultados preliminares encontrados destacam a importância do monitoramento dos espaços de trabalho, uma vez que, segundo os autores, a produtividade é diretamente influenciada por parâmetros ambientais, incluindo conforto térmico, visual, acústico e de qualidade do ar. Porém, apesar de mencionarem essa relação direta entre produtividade e os parâmetros ambientais, os autores não chegaram a comprová-la na pesquisa desenvolvida.

Banerjee *et al.* (2020) utilizaram câmeras de um circuito interno para propor um modelo de detecção de padrões comportamentais de alunos e professores dentro de um laboratório de ensino, considerado pelos autores como um ambiente interno de um *campus* inteligente. Esses padrões comportamentais foram analisados e classificados em dormindo, monitorando, trabalhando, usando o celular, discussão e não engajado para o cenário de laboratório. Os autores criaram um conjunto de dados e testaram os resultados, obtendo uma precisão, em tempo real, de 76,5% na identificação dos comportamentos dos usuários do ambiente.

Kwet e Prinsloo (2020) contextualizam cidades inteligentes, *campus* inteligente e salas de aula inteligentes e, para essas, apresentam projetos utilizando tecnologias da informação e comunicação direcionadas para coleta de dados de seus usuários. Os dados foram coletados através do monitoramento de câmeras e sensores inteligentes para reconhecimento de emoções

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

dos alunos e com o objetivo de melhorar as técnicas de aprendizagem. Os autores concluíram que a tecnologia inteligente ainda não forneceu evidências reproduzíveis de que melhora os resultados educacionais em escala em um amplo espectro de implantações e que o uso de vigilância apresenta grandes dilemas éticos que colocam em questão o conceito de sala de aula inteligente. Assim, recomendam que qualquer solução de sala de aula inteligente que imponha dispositivos de vigilância física seja banida, uma vez que essa vigilância em massa viola os direitos dos indivíduos, reprime a liberdade de expressão, mina a dissidência e coloca em risco comunidades marginalizadas.

Alrashed (2020) entende que o conceito de *campus* inteligente é mais genérico, sendo a combinação de tecnologias inteligentes, recursos educacionais, serviços, envolvimento da comunidade e infraestrutura física. Assim, realiza um estudo sobre cidades inteligentes, micro redes inteligentes, sistemas de classificação de cidades e literatura sobre *campi* inteligentes para extrair uma lista de indicadores-chave (KPIs) que possam apoiar a gestão de um *campus* universitário. Como produto final do artigo são listados 74 KPIs mensuráveis, sendo esses divididos entre 15 áreas de serviço que consistem em: micro rede inteligente; edifícios inteligentes; transporte inteligente; crescimento econômico; governança inteligente; modelo de propagação; gestão de poluição e resíduos; resiliência climática; gestão de recursos hídricos; sustentabilidade financeira; liderança empreendedora; ensino e aprendizagem aprimorados; mecanismos de segurança e privacidade; prestação de cuidados de saúde; e participação pública. O autor sugere que seja feito um processo de coleta de dados para cálculo dos indicadores em um ciclo anual para ter uma visão clara da infraestrutura do *campus*, serviços oferecidos e planos de ação.

Valks *et al.* (2020) buscaram, através de sua pesquisa, responder a seguinte pergunta: como os aplicativos de IoT podem ser usados para apoiar efetivamente a tomada de decisões estratégicas na gestão do *campus* inteligente? Assim, realizaram um estudo de literatura de 60 artigos, onde identificaram nove tipos de aplicações de IoT: aplicativos de usuário baseados em localização; otimização de serviços prediais; monitorando de fluxos de usuários; monitoramento do uso do espaço; simulação de energia do edifício; teleatendimento; detecção de usuários; aplicativos de detecção social; e resposta a emergências. Os autores também observaram que as informações de aplicativos de IoT não são utilizadas nos processos de tomada de decisão organizacional e concluíram que há necessidade de mais pesquisas sobre o impacto potencial desses aplicativos no desempenho do *campus* e de avaliações experimentais em larga escala.

Villegas *et al.* (2020) propuseram o desenvolvimento de um modelo que integra identificação e avaliação de variáveis por meio da análise de dados que os alunos geram nos sistemas acadêmicos que um *campus* inteligente gerencia. Os resultados da análise de dados passam para uma ferramenta de inteligência artificial (IA) para tomada de decisão. Segundo os autores, uma arquitetura com estas características permite melhorar a aprendizagem integrando todo o processo em um ciclo onde ela passa a ser centrada nas necessidades dos alunos. Porém, apesar de mencionarem essa melhoria na aprendizagem, os autores não chegaram a comprová-la na pesquisa desenvolvida.

Prandi *et al.* (2020) projetaram e desenvolveram um sistema, denominado *Smart Campus*, composto por uma infraestrutura de sensores com o objetivo de coletar dados em tempo real de um *campus* universitário e também um aplicativo, baseado na *web*, disponibilizado em monitores sensíveis ao toque para permitir que os alunos, desse mesmo *campus*, interagissem com os dados. Para validar o sistema e captar *insights*, os autores envolveram 135 alunos e, como resultado, verificaram que a comunidade do *campus* compreendeu o potencial do sistema e os alunos estão dispostos a contribuir ativamente para o seu desenvolvimento.

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Azizi *et al.* (2020) desenvolveram um modelo para medir a ocupação e melhorar a eficiência do uso de espaços por ferramentas de IoT em edifícios acadêmicos. A aplicabilidade do modelo é investigada em 8 salas de aula em um prédio universitário usando dados de ocupação e reserva de ferramentas baseadas em IoT. Os autores também desenvolveram quatro indicadores para quantificar a ocupação de espaços e, a partir deles, foram propostas e discutidas as estratégias e intervenções para a eficiência do uso desses espaços. Os resultados encontrados revelam que o tempo de uso dos ambientes e a densidade de ocupação podem ser significativamente aumentados e que a redução no uso de energia das salas de aula pode chegar até a 19%.

Omotayo *et al.* (2021a) desenvolveram um modelo que examina a inter-relação entre elementos de infraestrutura de *campi* inteligentes como ferramenta para suporte às cidades inteligentes em países em desenvolvimento. Os autores defendem que o desejo de atingir a inteligência em cidades ao redor do mundo depende da vontade do governo, da capacidade tecnológica empregada e da disponibilidade financeira. Por fim, concluíram que os países desenvolvidos podem estudar os *campi* universitários de suas cidades como “laboratórios vivos” para melhoria contínua de sua infraestrutura inteligente. Essa ideia, segundo os pesquisadores, é um conceito importante que vale a pena ser explorado por governos de todo o mundo.

Omotayo *et al.* (2021b) realizaram uma análise bibliométrica em estudos publicados entre 2011 e 2021, nas bases de conhecimento *Web of Science* e *Scopus*, e identificaram 15 *clusters* sobre *campus* inteligente: cidades inteligentes; IoT e edifícios inteligentes; sistema de gerenciamento de energia; rede inteligente; computação em nuvem; tecnologia inclusiva inteligente; aplicações inteligentes; arquitetura de aprendizagem; mineração de dados; analisadores automáticos; medição e previsão de desempenho; portal de informação do *campus*; sistema de gerenciamento de aprendizagem; serviço de gestão de equipamentos; e sistema de gestão de educação. Por fim, os autores afirmam que existe uma tendência crescente de estudos sobre a temática dos *campi* inteligentes em todo o mundo, que a China contribuiu com 48,4% de todos os artigos publicados sobre essa temática e que os 15 *clusters* identificados podem ser agrupados em quatro amplas áreas: infraestrutura de construção ou reaproveitamento de edifícios, tecnologia e rede de tecnologia e informação, melhoria contínua e gerenciamento inteligente de aprendizado e ensino.

Mustafa *et al.* (2021) apresentam, para *campi* inteligentes, diversos usos da IoT nas áreas de educação, gerenciamento de água e resíduo, segurança, eficiência energética e custos, aplicações móveis, biblioteca e estruturas inteligentes. Também estabelecem, através de uma revisão da literatura, cinco áreas prioritárias para *campi* inteligentes: aprendizagem inteligente, cartões inteligentes, sensores inteligentes, energia inteligente e aplicativos inteligentes. Por fim, avaliaram a percepção do aluno sobre a implementação de aplicações inteligentes em instituições de ensino superior utilizando o Índice de Importância Relativa (IIR). Assim, concluíram que o aprendizado inteligente é o elemento mais importante de um *campus* inteligente, uma vez que obteve o maior valor de IRR.

Chagnon-Lessard *et al.* (2021) realizaram uma revisão bibliográfica da última década (2010 a 2020) em relação aos *campi* inteligentes, visando cobrir criticamente todos os componentes desse conceito. Os artigos selecionados foram classificados em sete categorias com base na questão principal que eles abordam: edifício inteligente, ambiente inteligente, mobilidade inteligente, vida inteligente, pessoas inteligentes, governança inteligente e dados inteligentes. Os autores concluíram que: é necessário esclarecer as relações entre inteligência e sustentabilidade dos *campi*; a temática de privacidade e questões éticas aplicadas aos *campi* inteligentes ainda são pouco abordadas na literatura; são poucas as informações publicadas sobre as características que tornam um projeto de *campus* inteligente aceito, adaptado e bem-

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

sucedido dentro de suas comunidades universitárias; são poucos os estudos que abordam o desenvolvimento de novas práticas de aprendizagem e ensino (e as infraestruturas associadas) que trariam vantagens em comparação com métodos mais "tradicionais"; e, por fim, que uma cidade ou região não pode se dizer "inteligente" se não possuir um *campus* universitário que seja modelo de desenvolvimento sustentável.

Li (2021) estudou um conjunto completo de soluções inteligentes e projetou um sistema de gerenciamento de *campus* inteligente composto por terminais de reconhecimento facial e plataformas de serviço de análise de *big data*. O autor testa a praticidade do sistema e obtém resultados positivos em relação à satisfação do usuário.

Valks *et al.* (2021) pesquisaram a conexão entre aplicativos de IoT e seus dados para processos de tomada de decisão. O estudo relata dois casos (*Radboud University* e *TU Delft*) em que as organizações são apoiadas para determinar as necessidades de informação para seus processos de tomada de decisão. Os autores também projetam *dashboards* para gestores dos *campi*, onde os resultados sugerem que esses usuários são capazes de usá-los para avaliação de desempenho e determinar intervenções.

Rashmi, Ashwin e Guddeti (2021) entendem que é essencial monitorar a atividade dos alunos para melhorar o ambiente de ensino-aprendizagem dentro do *campus*. Nesse sentido, desenvolveram um modelo utilizando o sistema interno de monitoramento do *campus* que visa reconhecer as ações dos alunos dentro do laboratório de informática usando um único quadro de imagem. O modelo é capaz de identificar as ações considerando o gesto, a postura, a posição da cabeça da pessoa e os itens ao redor e a localização das ações dos alunos dentro de um ambiente universitário.

Jabbar *et al.* (2021) desenvolveram um sistema de gerenciamento de estacionamento com visão em tempo real e baseado em um sistema *Raspberry Pi* para ajudar funcionários e alunos a encontrarem facilmente vagas de estacionamento disponíveis, tudo por meio de um aplicativo para *smartphone*. O sistema desenvolvido foi testado e validado para ser utilizado no ambiente de *campus* inteligente ou em um estacionamento externo.

Gasperina *et al.* (2021) entendem que as maiores demandas dentro de um *campus* universitário estão relacionadas às áreas de energia, mobilidade, social, meio ambiente e educação. Nesse sentido, apresentaram os benefícios das práticas inteligentes nessas áreas em uma Instituição de Ensino Superior (IES) localizada na região Sul do Brasil e os relacionaram aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Segundo os autores os resultados mostraram que, globalmente, a área mais coberta por práticas inteligentes nas universidades é o meio ambiente e, especificamente, focada na redução de resíduos. No que se refere à educação, a prática inteligente adotada pela IES foi o desenvolvimento de um novo setor de EAD (Educação a Distância) que trouxe como benefícios a facilidade de acesso ao ensino e aprendizagem por todas as partes interessadas e o acesso a tecnologias e oportunidades para atualizar professores. Porém, apesar de mencionarem o benefício na aprendizagem, os autores não chegaram a comprová-lo na pesquisa desenvolvida.

Nagowah *et al.* (2021) apresentaram uma revisão sistemática da literatura que identifica dezoito ontologias para comunidade/*campi* inteligentes baseados em IoT. As ontologias são descritas e classificadas em termos de domínio, linguagem utilizada, reutilização, disponibilidade *online* e limitações. Os resultados demonstraram que nenhuma das ontologias existentes apresentou um modelo semântico central para um *campus* inteligente. Os autores também não identificaram nas ontologias avaliadas a adoção dos padrões emergentes para comunidades inteligentes, como as normas da *International Organization for Standardization* (ISO 37101, ISO 37120, ISO 37102 e ISO 37123), o padrão grego da *Hellenic Organization for Standardization* (ELOT 1457) e nem a norma BS 8904, da *British Standard*. Apesar da

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

norma ISO 37122 tratar sobre indicadores para cidades inteligentes, a mesma não é relacionada ou citada pelos autores.

Awuzie *et al.* (2021) estabeleceram, através da ferramenta de análise FOFA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças), fatores e suas interrelações que afetam a implementação de *campi* inteligentes. De acordo com os autores, essa ferramenta facilita o planejamento estratégico e gerenciamento por parte das instituições de ensino superior. As principais descobertas deste trabalho incluem a necessidade de otimizar e maximizar a infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), envolvimento e gerenciamento de partes interessadas, localização de universidades, utilização de recursos de conhecimento e financiamento.

Kourgiozou *et al.* (2021) realizaram uma revisão da literatura com foco na discussão de oportunidades e desafios associados à integração de sistemas inteligentes de energia nos *campi* universitários do Reino Unido trabalhando uma perspectiva política e técnica. Os autores demonstraram a necessidade de desenvolver uma estrutura que integre os conceitos de *campus* inteligente e sistema de energia inteligente e identificaram como lacunas presentes nos estudos analisados a ausência de uma base de evidências para os benefícios, em escala do *campus* universitário, da implementação do sistema de energia inteligente e uma estrutura abrangente de tomada de decisão para o desenvolvimento e integração de sistemas de energia inteligentes.

Saeed *et al.* (2021) apresentaram os principais conceitos envolvendo IoT, *campus* inteligente, salas de aula inteligentes, laboratórios inteligentes e seus benefícios para as instituições de ensino superior. Os autores também trouxeram um comparativo entre instituições convencionais e instituições que aplicam os conceitos de IoT. Por fim, finalizam apresentando desafios críticos da IoT no setor de ensino superior. Porém, apesar de mencionarem benefícios de ambientes inteligentes, os autores não chegaram a comprová-lo na pesquisa desenvolvida.

Pérez, Martínez e Fonseca (2021) apresentaram um *framework* conceitual de tecnologia da informação para a modelagem de projetos de *campi* inteligentes que permite o desenvolvimento de uma plataforma flexível e adaptável de oferta de serviços alinhados com o plano estratégico de uma universidade. Os autores aplicaram a plataforma em um estudo de caso na Universidade de Alicante.

Zhang e Li (2021) estudaram o sistema de sala de aula inteligente, baseado na tecnologia da IoT, buscando investigar e encontrar os problemas comuns na aplicação da informatização no ensino. Como resultado, os autores concluíram que a IoT e a sala de aula inteligente proporcionam grande conveniência para a futura construção de *campi* inteligentes, no ensino diário e no gerenciamento do *campus*.

Tseng, Chen e Yang (2022) acreditam que a utilização da tecnologia de realidade aumentada (RA) pode motivar a aprendizagem nos alunos. Nesse sentido, os autores integraram tecnologias de RA, inteligência artificial e IoT para desenvolver um aplicativo móvel com o objetivo de melhorar a aprendizagem e aprimorar as habilidades de resolução de problemas dos discentes através de uma interface amigável e interativa. Apesar dos autores desenvolverem e testarem o aplicativo em um *campus* da Universidade da Ásia, suas possíveis vantagens são apresentadas, porém não mensuradas.

Por fim, Zhang *et al.* (2022) realizaram uma revisão sistemática da literatura para resumir e categorizar as tecnologias e as aplicações para o contexto de *campi* inteligentes e um estudo de caso para fornecer uma investigação centrada no ser humano sobre a tendência atual das pesquisas e desenvolvimento de *campus* inteligente. Com base na literatura, as tecnologias foram então categorizadas em cinco domínios (tecnologias de computação e armazenamento de dados, tecnologias da *Internet* das Coisas, tecnologias inteligentes, tecnologias imersivas e tecnologias móveis), enquanto as aplicações foram categorizadas em quatro domínios

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

(aprendizado, vivência, ambiente e gerenciamento inteligentes). Os autores concluíram que em relação às tecnologias, professores e alunos, como partes interessadas, colocam mais importância na IoT e na inteligência artificial (IA) como seus interesses para perceber a inteligência do *campus*. Em compensação, tecnologias como computação em nuvem, realidade aumentada (RA), realidade virtual (RV) e aplicativos móveis são menos atraentes, embora os autores indiquem que o uso crescente de tecnologias AR/VR nas escolas pode transformar a forma de educação no futuro. Já em relação às aplicações de *campi* inteligentes, professores e alunos colocam o aprendizado como o domínio mais necessário para a revolução.

Conforme observado no estudo de Galeano-Barrera *et al.* (2018), 67% dos artigos avaliados neste trabalho também adotam as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e/ou a *Internet* das Coisas (IoT) como ponto de partida de projetos envolvendo *campus* inteligente. Os demais artigos apresentam como foco a caracterização para *campus* inteligente. No Quadro 2 é possível observar um resumo dos principais projetos desenvolvidos nos artigos avaliados.

Quadro 2 – Principais projetos desenvolvidos

Projetos desenvolvidos	Autores
Sistemas de reconhecimento de ações humanas através de câmeras ou sensores	Banerjee <i>et al.</i> (2020); Rashmi, Ashwin e Guddeti (2021); Kwet e Prinsloo (2020).
Salas ou espaços com sensores para controle e gestão de variáveis ambientais	Azizi <i>et al.</i> (2020); Zaballos <i>et al.</i> (2020); Zhang e Li (2021).
Sistemas de gerenciamento de <i>campus</i> inteligente	Prandi <i>et al.</i> (2020); Li (2021); Awuzie <i>et al.</i> (2021).
Relação entre cidades inteligentes e <i>campi</i> inteligentes	Omotayo <i>et al.</i> (2021a); Pérez, Martinez e Fonseca (2021).
Sistema de gerenciamento de estacionamento	Jabbar <i>et al.</i> (2021).
Sistemas para auxílio à tomada de decisões	Valks <i>et al.</i> (2020); Valks <i>et al.</i> (2021).
Sustentabilidade ambiental ou energética	Gasperina <i>et al.</i> (2021); Kourgiouzou <i>et al.</i> (2021).
Aplicações para melhoria do desempenho da aprendizagem dos alunos	Villegas <i>et al.</i> (2020); Tseng, Chen e Yang (2022)
Caracterização para <i>campus</i> inteligente	Alrashed (2020); Ahmed, Alnaaj e Saboor (2020); Min-Allah e Alrashed, (2020); Mustafa <i>et al.</i> (2021); Chagnon-Lessard <i>et al.</i> (2021); Nagowah <i>et al.</i> (2021); Omotayo <i>et al.</i> (2021b); Saeed <i>et al.</i> (2021); Zhang <i>et al.</i> (2022).

Fonte: autores (2022)

Em relação à data de publicação dos artigos, o Quadro 3 traz um resumo do percentual por ano. O menor valor encontrado em 2022 justifica-se pelo fato de o ano ainda estar em andamento (ano corrente da pesquisa).

Quadro 3 – Percentuais por ano de publicação

Ano	Percentual
2020	33%
2021	46%
2022	21%

Fonte: autores (2022)

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Já em relação à distribuição das publicações por origem dos pesquisadores, o Quadro 4 traz o percentual por país. Os resultados confirmam, mesmo que em menor proporção, o que foi encontrado por Omotayo *et al.* (2021b).

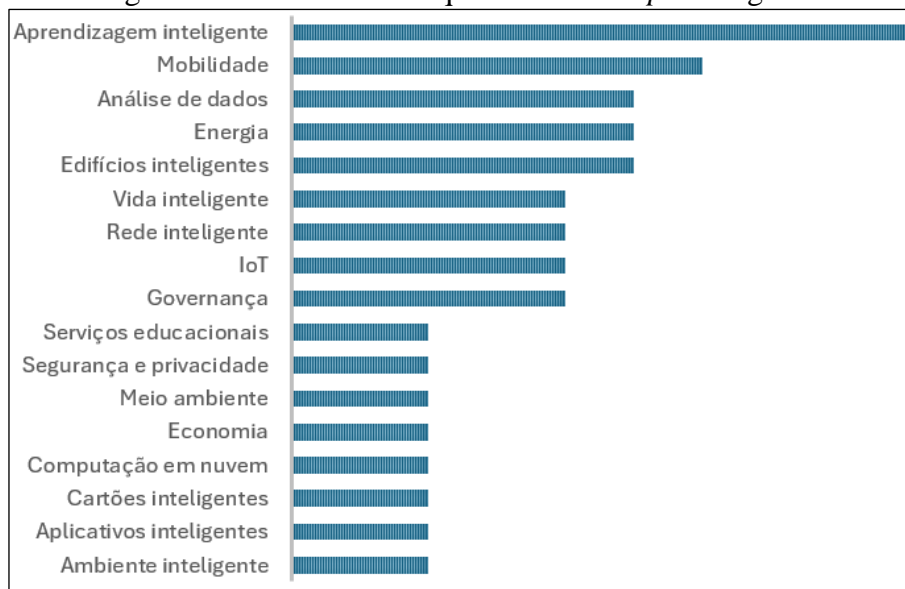
Quadro 4 – Percentuais por país de origem dos pesquisadores

País	Percentual
China	30%
Espanha	8%
Arábia Saudita	8%
Inglaterra	8%
Itália	7%
Austrália	5%
Brasil	5%
Outros	29%

Fonte: autores (2022)

Dos 27 artigos analisados, 11 descreveram ou estabeleceram pilares para *campus* inteligente. Esses pilares são como áreas-chave para o desenvolvimento e gestão dos *campi* inteligentes. Na Figura 1 é possível observar os pilares mais recorrentes nos artigos analisados sendo, aprendizagem inteligente o mais frequente. Esse resultado demonstra a importância da área de educação como pilar para construção de um *campus* inteligente e fortalece a necessidade de desenvolver pesquisas voltadas para esse tema. A lista completa de todos os pilares para *campi* inteligentes, bem como o resumo dos principais temas abordados por cada um dos 27 artigos encontram-se no Quadro 5.

Figura 1 – Pilares mais frequentes dos *campi* inteligentes



Fonte: autores (2022)

Nenhum dos 27 artigos analisados apresentou evidências concretas de que os projetos de *campi* inteligentes apresentam resultados educacionais positivos e mensuráveis para aprendizagem da comunidade acadêmica discente. Alguns trabalhos até citam benefícios da adoção de práticas inteligentes na aprendizagem (Villegas *et al.*, 2020; Gasperina *et al.*, 2021; Saeed *et al.*, 2021; Tseng, Chen e Yang, 2022), porém sem comprová-los ou mensurá-los. Esta

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

constatação corrobora com o que foi apresentado por Kwet e Prinsloo (2020) e evidencia uma lacuna a ser explorada na temática dos *campi* inteligentes.

Quadro 5 - Principais temas abordados e pilares para *campus* inteligente

Autores	Principais temas abordados	Pilares citados para <i>campus</i> inteligente
Min-Allah e Alrashed (2020)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; rede inteligente (<i>smart grid</i>); TICs; problemáticas em <i>campi</i> inteligentes.	Rede inteligente; utilitário inteligente; gestão de recursos; serviços inteligentes; gestão de pessoas; serviços educacionais.
Ahmed, Alnaaj e Saboor (2020)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; TICs; percepção de <i>stakeholders</i> sobre <i>campus</i> inteligente; aplicação de estudo de caso.	Cartões inteligentes; sala de aula inteligente; gestão de energia; aprendizagem inteligente (adaptativa); transporte inteligente (mobilidade); segurança e proteção; <i>data center</i> ; serviços de instalações inteligentes.
Zaballos <i>et al.</i> (2020)	Salas ou espaços com sensores para controle e gestão de variáveis ambientais; IoT; sustentabilidade; eficiência energética.	Não apresentado.
Banerjee <i>et al.</i> (2020)	Sistemas de reconhecimento de ações humanas através de câmeras ou sensores; localização em tempo real.	Não apresentado.
Kwet e Prinsloo (2020)	Sistemas de reconhecimento de ações humanas através de câmeras ou sensores; TICs; <i>big data</i> ; sensores inteligentes; tecnologias educacionais.	Não apresentado.
Valks <i>et al.</i> (2020)	Sistemas para auxílio à tomada de decisões; IoT; revisão bibliográfica.	Não apresentado.
Alrashed, (2020)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; TICs; rede inteligente (<i>smart grid</i>); cidades inteligentes e <i>campi</i> inteligentes.	Rede inteligente; edifícios inteligentes; transporte inteligente (mobilidade); crescimento econômico; governança inteligente; modelo de propagação; gestão de poluição e resíduos; resiliência climática; gestão hídrica; sustentabilidade financeira; liderança empreendedora; ensino e aprendizagem inteligentes; segurança e privacidade; saúde; participação pública.
Villegas <i>et al.</i> (2020)	Aplicações para melhoria do desempenho da aprendizagem dos alunos; inteligência artificial; processo de tomada de decisão organizacional; <i>big data</i> .	IoT; computação em nuvem; análise de dados; inteligência artificial.
Prandi <i>et al.</i> (2020)	Sistemas de gerenciamento de <i>campus</i> inteligente; coleta de dados em tempo real; IoT; estudo de caso.	Não apresentado.
Azizi <i>et al.</i> (2020)	Salas ou espaços com sensores para controle e gestão de variáveis ambientais; IoT; processo de tomada de decisão organizacional; indicador de uso de espaços.	Não apresentado.
Omotayo <i>et al.</i> (2021a)	Relação entre cidades inteligentes e <i>campi</i> inteligentes; caracterização para <i>campus</i> inteligente; TICs.	Edifícios inteligentes; TICs; melhoria contínua; serviços educacionais.
Mustafa <i>et al.</i> (2021)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; TICs; Percepção de <i>stakeholders</i> sobre <i>campus</i> inteligente.	Aprendizagem inteligente; cartões inteligentes; sensores inteligentes; energia inteligente; aplicativos inteligentes.
Chagnon-Lessard <i>et al.</i> (2021)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; revisão bibliográfica.	Edifícios inteligentes; ambientes inteligentes; mobilidade inteligente; vida inteligente; pessoas inteligentes; governança inteligente; dados inteligentes.

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Autores	Principais temas abordados	Pilares citados para <i>campus</i> inteligente
Omotayo <i>et al.</i> (2021b)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; cidades inteligentes e <i>campi</i> inteligentes; revisão bibliográfica.	Cidades inteligentes; IoT; edifícios inteligentes; gestão de energia; rede inteligente; computação em nuvem; tecnologia inclusiva inteligente; aplicativos inteligentes; arquitetura de aprendizagem; mineração de dados; analisadores automáticos; medição e previsão de desempenho; portal de informação do <i>campus</i> ; gestão da aprendizagem; gestão de equipamentos; gestão da educação.
Li (2021)	Sistemas de gerenciamento de <i>campus</i> inteligente; IoT; <i>big data</i> ; reconhecimento facial.	Não apresentado.
Valks <i>et al.</i> (2021)	Sistemas para auxílio à tomada de decisões; IoT; estudo de caso.	Não apresentado.
Rashmi, Ashwin e Guddeti (2021)	Sistemas de reconhecimento de ações humanas através de câmeras ou sensores; localização em tempo real; ensino-aprendizagem.	Não apresentado.
Jabbar <i>et al.</i> (2021)	Sistema de gerenciamento de estacionamento.	Não apresentado.
Gasperina <i>et al.</i> (2021)	Sustentabilidade ambiental ou energética; ODS; educação a distância.	Energia inteligente; mobilidade inteligente; social; meio ambiente inteligente; educação inteligente.
Nagowah <i>et al.</i> (2021)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; ontologias; IoT.	Não apresentado.
Awuzie <i>et al.</i> (2021)	Sistemas de gerenciamento de <i>campus</i> inteligente; transição para <i>campus</i> inteligente; planejamento estratégico; matriz FOFA.	Não apresentado.
Kourgiozou <i>et al.</i> (2021)	Sustentabilidade ambiental ou energética; integração de sistemas inteligentes; energia inteligente; edificações inteligentes; impacto carbono.	Não apresentado.
Saeed <i>et al.</i> (2021)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; Conceitos de <i>campus</i> inteligente; IoT; sala de aula inteligente; laboratório inteligente.	Não apresentado.
Pérez, Martinez e Fonseca (2021)	Relação entre cidades inteligentes e <i>campi</i> inteligentes; gestão de serviços; planejamento estratégico; IoT; estudo de caso.	Governança inteligente; mobilidade inteligente; meio ambiente inteligente; pessoas inteligentes; economia inteligente; vida inteligente.
Zhang e Li (2021)	Salas ou espaços com sensores para controle e gestão de variáveis ambientais; informatização na educação; IoT; sala de aula inteligente.	Não apresentado.
Tseng, Chen e Yang (2022)	Aplicações para melhoria do desempenho da aprendizagem dos alunos; inteligência artificial; IoT; realidade aumentada.	Não apresentado.
Zhang <i>et al.</i> (2022)	Caracterização para <i>campus</i> inteligente; TICs; aplicações para <i>campi</i> inteligentes.	Tecnologias de computação e armazenamento de dados; IoT; tecnologias inteligentes; tecnologias imersivas; tecnologias móveis; aprendizagem inteligente; vida inteligente; ambiente inteligente; gerenciamento inteligente.

Fonte: autores (2022)

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM *CAMPI* INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Já em relação aos conceitos de *campus* inteligente observados nos trabalhos selecionados, percebe-se que as pesquisas ainda precisam avançar e convergir para o que de fato represente um *campus* inteligente. Neste sentido, torna-se importante o desenvolvimento de uma proposta metodológica, assim como ocorreu com a temática de cidades inteligentes, onde um conceito de *campus* inteligente seja estabelecido, além de indicadores de desempenho que caracterizem um *campus* inteligente possam ser consensados e validados entre as partes interessadas, para nortear as pesquisas futuras.

Por fim, cabe mencionar a pouca (ou nenhuma) relação encontrada entre os conceitos de *campus* inteligente e a área de educação, principalmente voltadas para o ensino e para a aprendizagem. Conforme descrevem Dong *et al.* (2020) é notório que a grande parte das instituições de ensino desenvolve seus *campi* inteligentes como uma forma expandida de edifícios inteligentes, visando áreas semelhantes como eficiência energética, gestão de resíduos e sustentabilidade ambiental. No entanto, raramente enfatizam a elevação das experiências de ensino/aprendizagem por meio da transformação inteligente.

5 CONCLUSÕES

Este artigo buscou, através de uma revisão sistemática da literatura, identificar projetos e/ou áreas onde estão concentrados os esforços para o desenvolvimento de *campi* inteligentes, além de possíveis evidências de que de fato esses projetos apresentam resultados educacionais positivos e mensuráveis para aprendizagem da comunidade acadêmica discente. Para isso a base de conhecimentos *Web of Science* foi selecionada e 27 artigos dos anos de 2020, 2021 e 2022 compuseram este trabalho.

Os resultados indicam que a China é o país com o maior percentual na origem dos trabalhos publicados (30%), que 67% dos artigos avaliados adota as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e/ou *Internet das Coisas* (IoT) como ponto de partida de projetos envolvendo *campus* inteligente, que 41% artigos selecionados para esta revisão descrevem os pilares ou áreas-chaves para o desenvolvimento e gestão dos *campi* inteligentes, sendo aprendizagem inteligente o pilar mais citado, e que nenhum dos 27 artigos analisados apresentou evidências concretas de que os projetos de *campi* inteligentes demonstram melhorias educacionais e mensuráveis para aprendizagem da comunidade acadêmica discente.

Portanto, através dos resultados encontrados observou-se que existem lacunas em relação à temática dos *campi* inteligentes, sendo essas: padronização do conceito de *campus* inteligente, definição de indicadores para caracterizar e comparar o que de fato é um *campus* inteligente, estabelecimento de pilares ou áreas-chaves padrões onde os projetos de estruturação de *campi* inteligentes possam ser focados e comparados entre si, além de trabalhos que evidenciem de forma concreta que os projetos de *campi* inteligentes apresentam resultados educacionais positivos e mensuráveis para aprendizagem da comunidade acadêmica discente.

6 REFERÊNCIAS

- Ahmed, V.; Alnaaj, K. A.; Saboor S. (2020). An Investigation into Stakeholders' Perception of Smart Campus Criteria: The American University of Sharjah as a Case Study. *Sustainability*, v. 12. DOI:[10.3390/su12125187](https://doi.org/10.3390/su12125187)
- Alrashed, S. (2020). Key Performance Indicators for Smart Campus and Microgrid. *Sustainable Cities and Society*, v. 60. DOI:[10.1016/j.scs.2020.102264](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102264)

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM CAMPUS INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

- Awuzie, B.; Ngowi, A.B.; Omotayo, T. et al. (2021). Facilitating Successful Smart Campus Transitions: A Systems Thinking-SWOT Analysis Approach. *Applied Sciences*, v. 11. DOI:[10.3390/app11052044](https://doi.org/10.3390/app11052044)
- Azizi, S.; Nair, G.; Rabiee, R.; Olofsson, T. (2020). Application of Internet of Things in academic buildings for space use efficiency using occupancy and booking data. *Building and environment*, v. 186. DOI:[10.1016/j.buildenv.2020.107355](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107355)
- Banerjee, S.; Ashwin, T. S.; Guddeti, R. M. R. (2020). Multimodal behavior analysis in computer-enabled laboratories using nonverbal cues. *Signal, Image and Video Processing*, v. 14, p. 1617–1624. DOI:[10.1007/s11760-020-01705-4](https://doi.org/10.1007/s11760-020-01705-4)
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable cities and society*, 31, 183-212. DOI: [10.1016/j.scs.2017.02.016](https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016)
- Chagnon-Lessard, N., Gosselin, L., Barnabé, S., Bello-Ochende, T., Fendt, S., Goers, S., ... & Zhang, P. (2021). Smart campuses: extensive review of the last decade of research and current challenges. *IEEE Access*. DOI: [10.1109/ACCESS.2021.3109516](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109516)
- Chen, Y., Zhang, R., & Zhang, S. (2012). Service encapsulation-based model for smart campus. *Journal of Electronic Commerce in Organizations (JECO)*, 10(4), 31-41. DOI: [10.4018/jeco.2012100103](https://doi.org/10.4018/jeco.2012100103)
- Coccoli, M.; Maresca, P.; Guercio, A.; Stanganelli, L. (2014). Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. *Journal of Visual Languages & Computing*, v. 25. 1003-1011. DOI:[10.1016/j.jvlc.2014.09.007](https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.09.007)
- Dong, X.; Kong, X.; Zhang, F.; Chen, Z.; Kang, J. (2016). OnCampus - a mobile platform towards a smart campus. *Springerplus*, v. 5, n. 974, p.1-9. DOI:[10.24883/ric.v9i2.323](https://doi.org/10.24883/ric.v9i2.323)
- Dong, Z. Y., Zhang, Y., Yip, C., Swift, S., & Beswick, K. (2020). Smart campus: definition, framework, technologies, and services. *IET Smart Cities*, 2(1), 43-54. DOI: [10.1049/iet-smc.2019.0072](https://doi.org/10.1049/iet-smc.2019.0072)
- Ferreira, F. H.; Araújo, R. M.; Dos Santos, R. P. (2018). Perspectivas Para a implantação de campus Inteligente. *Anais da V Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro*, Nova Friburgo-RJ, pp. 30-37. <https://sol.sbc.org.br/index.php/ersi-rj/article/view/4652>
- Francisco, A. C. C. (2021). Modelo matemático para avaliação de campus sustentável e inteligente.
- Galeano-Barrera, C. J., Bellón-Monsalve, D., Zabala-Vargas, S. A., Romero-Riaño, E., & Duro-Novoa, V. (2018). Identificación de los pilares que direccionan a una institución universitaria hacia un smart-campus. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9(1), 127-145. DOI:[10.19053/20278306.v9.n1.2018.851](https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n1.2018.851)
- Gao, M. (2022). Smart campus teaching system based on ZigBee wireless sensor network. *Alexandria Engineering Journal*, v. 61, p. 2625-2635. DOI:[10.1016/j.aej.2021.09.001](https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.09.001)
- Gasperina, L. D.; Mazutti, J.; Brandli, L.; Rabello, R. (2021). Smart practices in HEIs and the contribution to the SDGs: implementation in Brazilian university. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v. 23, n. 2, p. 356-378. DOI:[10.1108/IJSHE-12-2020-0480](https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2020-0480)

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM CAMPUS INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

- Heinemann, C.; Uskov, V. L. (2018). Smart University: Literature Review and Creative Analysis. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, v. 70, p. 11. DOI:[10.1007/978-3-319-59454-5_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59454-5_2)
- ISO. (2019). ISO 37122:2019: Sustainable cities and communities - Indicators for smart cities. 2019. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:v1:en>
- Kar, A. K.; Gupta, M. P. (2015). How to make a smart campus. *Smart Campus Programme in IIT Delhi*.
- Kondepudi, S. N., Ramanarayanan, V., Jain, A., Singh, G. N., Nitin Agarwal, N. K., Kumar, R., ... & Gemma, P. (2014). Smart sustainable cities analysis of definitions. The ITU-T focus group for smart sustainable cities.
- Kourgiouzou, A.; Commin, A.; Dowson, M. et al. (2021). Scalable pathways to net zero carbon in the UK higher education sector: a systematic review of smart energy systems in university campuses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 147. DOI:[10.1016/j.rser.2021.111234](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111234)
- Kwet, M.; Prinsloo, P. (2020). The ‘smart’ classroom: a new frontier in the age of the smart university. *Teaching in Higher Education*, v. 25, n.4, p. 510-526. DOI: [10.1080/13562517.2020.1734922](https://doi.org/10.1080/13562517.2020.1734922)
- Kwok, L. F. (2015). A vision for the development of i-campus. *Smart Learning Environments*. 2, 2. DOI:[10.1186/s40561-015-0009-8](https://doi.org/10.1186/s40561-015-0009-8)
- Jabbar, W.A.; Wei, C. W.; Azmi, N. A. A. M.; Haironnazli, N. A. (2021). An IoT Raspberry Pi-based parking management system for smart campus. *Internet of Things*, v. 14. DOI:[10.1016/j.iot.2021.100387](https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100387)
- Li, W. (2021). Design of smart campus management system based on internet of things technology. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, v. 40, n. 2, p. 3159-3168. DOI:[10.3233/JIFS-189354](https://doi.org/10.3233/JIFS-189354)
- Liang, Y., & Chen, Z. (2018). Intelligent and real-time data acquisition for medical monitoring in smart campus. *IEEE Access*, 6, 74836-74846. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2883106](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2883106)
- Luo, L. (2018). Data acquisition and analysis of smart campus based on wireless sensor. *Wireless Personal Communications*, 102(4), 2897-2911. DOI: [10.1007/s11277-018-5314-4](https://doi.org/10.1007/s11277-018-5314-4)
- Min-Allah, N., & Alrashed, S. (2020). Smart campus—A sketch. *Sustainable cities and society*, 59, 102231. DOI : [10.1016/j.scs.2020.102231](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102231)
- Muhamad, W., Kurniawan, N. B., & Yazid, S. (2017). Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. In 2017 International conference on information technology systems and innovation (ICITSI) (pp. 384-391). IEEE. DOI: [10.1109/ICITSI.2017.8267975](https://doi.org/10.1109/ICITSI.2017.8267975)
- Mustafa, M. F.; Mohd I. M. R.; Abdul R. U. F. et al. (2021). Student perception of smart campus: A case study of Czech Republic and Thailand. *Malaysian Journal of Computer Science*, [S. l.], p. 1–20. DOI:[10.1109/SCSP.2018.8402669](https://doi.org/10.1109/SCSP.2018.8402669)
- Nagowah, S. D.; Ben Sta, H.; Gobin-Rahimbux, B. (2021). A Systematic Literature Review on Semantic Models for IoT-enabled Smart Campus. *Applied ontology*, v. 16, p. 27-53. DOI: [10.3233/AO-200240](https://doi.org/10.3233/AO-200240)

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM CAMPUS INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

- Nan, F., Suo, Y., Jia, X., Wu, Y., & Shan, S. (2018). Real-time monitoring of smart campus and construction of Weibo public opinion platform. *IEEE Access*, 6, 76502-76515. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2883799](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2883799)
- Ng, J. W., Azarmi, N., Leida, M., Saffre, F., Afzal, A., & Yoo, P. D. (2010). The intelligent campus (iCampus): end-to-end learning lifecycle of a knowledge ecosystem. In 2010 sixth International Conference on intelligent environments (pp. 332-337). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IE.2010.68>
- Okoli, C. (2019). Guia para realizar uma revisão sistemática da literatura. Tradução de David Wesley Amado Duarte; Revisão técnica e introdução de João Mattar. *EaD em Foco*, 9 (1):e748. DOI:[10.18264/eadf.v9i1.748](https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.748)
- Omotayo, T.; Awuzie, B.; Ajayi, S. et al. (2021a). A systems thinking model for transitioning smart campuses to cities. *Frontiers in Built Environment*, v. 7. DOI:[10.3389/fbuil.2021.755424](https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.755424)
- Omotayo, T.; Moghayedi, A.; Awuzie, B.; Ajayi, S. (2021b). Infrastructure Elements for Smart Campuses: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, v. 13. DOI:[10.3390/su13147960](https://doi.org/10.3390/su13147960)
- Pérez, F. M.; Martínez, J. V. B.; Fonseca, I. L. (2021). Modelling and Implementing Smart Universities: An IT Conceptual Framework. *Sustainability*, v. 13. DOI:[10.3390/su13063397](https://doi.org/10.3390/su13063397)
- Petcovici, A., & Stroulia, E. (2016). Location-based services on a smart campus: A system and a study. In 2016 IEEE 3rd world forum on internet of things (WF-IOT) (pp. 94-99). IEEE. DOI: [10.1109/WF-IoT.2016.7845406](https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2016.7845406)
- Prandi, C.; Monti, L.; Ceccarini, C.; Salomoni, P. (2020). Smart Campus: Fostering the Community Awareness Through an Intelligent Environment. *Mobile Networks and Applications*, v. 25, p. 945–952. DOI:[10.1007/s11036-019-01238-2](https://doi.org/10.1007/s11036-019-01238-2)
- Rashmi, M.; Ashwin, T. S.; Guddeti, R. M. R. (2021). Surveillance video analysis for student action recognition and localization inside computer laboratories of a smart campus. *Multimed Tools Appl*, v. 80, p. 2907–2929. DOI:[10.1007/s11042-020-09741-5](https://doi.org/10.1007/s11042-020-09741-5)
- Saeed, M. K.; Shah, A.; Mahmood, K. et al. (2021). Usage of Internet of Things (IoT) technology in the higher education sector. *Journal of Engineering Science and Technology*, v. 16.
- Sánchez-Torres, Brayan et al. (2018). Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development. *Revista Facultad de Ingeniería*, Tunja, v. 27, n. 47, p. 104-112. DOI:[10.19053/01211129.v27.n47.2018.7807](https://doi.org/10.19053/01211129.v27.n47.2018.7807)
- Schenatz, B. N., Cunha, M. A. V. C. D., & Kugler, J. L. C. (2019). Smart campus e analytics na gestão de instituições de ensino superior para redução da evasão e promoção da permanência.
- Sospedra, J. T.; Avariento, J.; Rambla, D. et al. (2015). Enhancing integrated indoor/outdoor mobility in a smart campus. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 29, p. 1955-1968. DOI:[10.1080/13658816.2015.1049541](https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1049541)
- Tian, Z.; Cui, Y.; An, L. et al. (2018). A Real-Time Correlation of Host-Level Events in Cyber Range Service for Smart Campus. *IEEE Access*, v. 6, p. 35355-35364. DOI:[10.1109/ACCESS.2018.2846590](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2846590)

DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL EM CAMPUS INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

- Tseng, S. S.; Chen, S. N.; Yang, T. Y. (2022). Building an AR-based smart campus platform. *Multimed Tools and Applications*, v. 81, p. 5695–5716. DOI:[10.1007/s11042-021-11702-5](https://doi.org/10.1007/s11042-021-11702-5)
- Valks, B.; Arkesteijn, M.; Koutamanis, A.; Den Heijer, A. (2020). Towards a smart campus: supporting campus decisions with Internet of Things applications. *Building Research & Information*, v. 49. p. 1-20. DOI:[10.1080/09613218.2020.1784702](https://doi.org/10.1080/09613218.2020.1784702)
- Valks, B.; Arkesteijn, M.; Koutamanis, A.; Den Heijer, A. D. (2021). Towards smart campus management: Defining information requirements for decision making through dashboard design. *Buildings*, v. 11. DOI:[10.3390/buildings11050201](https://doi.org/10.3390/buildings11050201)
- Villegas, W.; Arias, A.; Palacios, X. (2020). Proposal of an Architecture for the Integration of a Chatbot with Artificial Intelligence in a Smart Campus for the Improvement of Learning. *Sustainability*, v.12. DOI:[10.3390/su12041500](https://doi.org/10.3390/su12041500)
- Weng, Y., Zhang, N., & Xia, C. (2018). Multi-agent-based unsupervised detection of energy consumption anomalies on smart campus. *IEEE Access*, 7, 2169-2178. DOI:[10.1109/ACCESS.2018.2886583](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2886583)
- Yang, A. M.; Li, S. S.; Ren, C. H. et al. (2018). Situational Awareness System in the Smart Campus. *IEEE Access*, v. 6, p. 63976-63986. DOI:[10.1109/ACCESS.2018.2877428](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2877428)
- Xia, Z., Ma, X., Shen, Z., Sun, X., Xiong, N. N., & Jeon, B. (2018). Secure image LBP feature extraction in cloud-based smart campus. *IEEE Access*, 6, 30392-30401. DOI:[10.1109/ACCESS.2018.2845456](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2845456)
- Xu, X., Wang, Y., & Yu, S. (2018). Teaching performance evaluation in smart campus. *IEEE Access*, 6, 77754-77766. DOI: [10.1109/ACCESS.2018.2884022](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2884022)
- Zaballos, A., Briones, A.; Massa, A. et al. (2020). A Smart Campus' Digital Twin for Sustainable Comfort Monitoring. *Sustainability*, v. 12. DOI:[10.3390/su12219196](https://doi.org/10.3390/su12219196)
- Zhang, J. (2018). Spatio-temporal association query algorithm for massive video surveillance data in smart campus. *IEEE Access*, 6, 59871-59880. DOI:[10.1109/ACCESS.2018.2873780](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2873780)
- Zhang, M.; Li, X. (2021). Design of Smart Classroom System Based on Internet of Things Technology and Smart Classroom. *Hindawi Mobile Information Systems*, p. 1-9. DOI:[10.1155/2021/5438878](https://doi.org/10.1155/2021/5438878)
- Zhang, Y.; Yip, C.; Lu, E.; Dong, Z. Y. (2022). A Systematic Review on Technologies and Applications in Smart Campus: A Human-Centered Case Study. *IEEE Access*, v. 10, p. 16134-16149. DOI:[10.1109/ACCESS.2022.3148735](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3148735)
- Zyoud, S. H.; Waring, W. S.; Al-Jabi, S. W.; Sweileh, W. M. (2017). Global cocaine intoxication research trends during 1975–2015: A bibliometric analysis of web of science publications. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*, v. 12, n. 6. DOI:[10.1186/s13011-017-0090-9](https://doi.org/10.1186/s13011-017-0090-9)