

SMART CAMPUS: UMA REVISÃO DA LITERATURA PARA IDENTIFICAÇÃO DAS DIMENSÕES QUE COMPREENDEM A CUSTOMIZAÇÃO UNIVERSITÁRIA

Tiago Giuriatti¹
Chirley Miranda²
Rodrigo Boeing Althof³
Gilberto Luiz de Souza Paula⁴
João Artur de Souza⁵

Resumo: Este artigo buscou identificar por métricas utilizadas pela ferramenta VOSviewer os termos que foram utilizados para definir os domínios aplicados a smart campus. Identificou-se que dentre os termos obtidos os domínios aplicados foram principalmente voltados a questão de ambientes smart, tecnologias smart, infraestrutura smart, aplicações smart, sustentabilidade smart e técnicas smart. Neste sentido verificou-se que as principais ferramentas aplicadas são voltadas a TIC's como IoT, Big Data; Governança, pessoas e educação inteligente têm as maiores tendências em Smart Campus. Denotou-se uma evolução temporal no conceito ao longo dos últimos 5 anos no tema, acreditamos que trabalhos futuros irão cada vez mais abranger estes domínios abordados, sobretudo para desenvolvimentos e aprimoramento do conceito.

Palavras-chave: Smart Campus; VOSviewer; termos; Domínios; Dimensões.

Abstract: This article aimed to identify the terms used to define domains applied to smart campuses through metrics provided by the VOSviewer tool. It was found that among the obtained terms, the applied domains were mainly focused on the aspects of smart environments, smart technologies, smart infrastructure, smart applications, smart sustainability, and smart techniques. In this regard, it was observed that the primary tools applied are related to ICTs such as IoT and Big Data; Governance, people, and intelligent education show the highest trends in the Smart Campus context. A temporal evolution in the concept over the last 5 years was noted in the theme, and it is believed that future research will increasingly encompass these addressed domains, particularly for the development and refinement of the concept.

Keywords: Smart Campus; VOSviewer; terms; Domains; Dimensions.

Resumen: Este artículo tuvo como objetivo identificar mediante métricas proporcionadas por la herramienta VOSviewer los términos utilizados para definir los dominios aplicados a los campus inteligentes. Se encontró que entre los términos obtenidos, los dominios aplicados estaban principalmente enfocados en aspectos de entornos inteligentes, tecnologías inteligentes, infraestructura inteligente, aplicaciones inteligentes, sostenibilidad inteligente y técnicas inteligentes. En este sentido, se observó que las principales herramientas aplicadas están relacionadas con las TIC, como IoT y Big Data; la gobernanza, las personas y la educación

1 PPGEHC – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6998-2442>. e-mail: giuriatti1989@gmail.com.

2 Instituto Federal Catarinense (IFC) Blumenau – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5977-6291>. e-mail: chirley.miranda@ifc.edu.br.

3 PPGEHC – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0943-5962>. e-mail: eng.rodrigoalthoff@gmail.com.

4 PPGEHC – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9945-2856>. e-mail: gilbertoluizfisico@gmail.com.

5 PPGEHC – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7133-8944>. e-mail: jartur@gmail.com.

inteligente muestran las tendencias más altas en el contexto de los campus inteligentes. Se notó una evolución temporal en el concepto a lo largo de los últimos 5 años en el tema, y se cree que futuras investigaciones abarcarán cada vez más estos dominios abordados, especialmente para el desarrollo y el perfeccionamiento del concepto.

Palabras clave: Smart Campus; VOSviewer; términos; Dominios; Dimensiones.

1 INTRODUÇÃO

O *Smart Campus* emerge como um catalisador para aprimorar a qualidade da educação superior, integrando tecnologia avançada e sustentabilidade, um ecossistema que busca sustentabilidade ambiental, econômica e social, promovendo aprendizagem colaborativa e adaptativa. Sendo, uma estratégia importante para *Smart Cities*; por serem um dos bi-produtos e dimensionadas para criar estas (Pagliaro et al., 2016). O *smart campus* é um ambiente de ensino, onde ocorre a interação dinâmica entre alunos/usuários e os dispositivos ao redor usando o paradigma da Internet das Coisas (*IoT*) (Hadwan, 2020); devido à questão da intensidade do conhecimento e da propensão de erros no desenvolvimento de fluxos de trabalho na condução de novos experimentos (Wen et al., 2018); por serem uma instância de um Ambiente Inteligente, criado para apoiar quem faz uso e interage com o *campus* (Augusto, 2021); um ambiente aberto, inovador, colaborativo e integrado (Nóbrega, 2021); onde as atividades são desenvolvidas de forma inteligente (Musa et al., 2021). O que aprimora a educação, a pesquisa, o design e a entrega dos módulos de ensino superior apropriados para buscar os mais recentes desenvolvimentos em tecnologia de TIC que podem impulsionar o crescimento e a inovação educacional futura nestas (Mustafa et al., 2021).

Já as *Smart Cities*, podem ser caracterizadas como aquelas que aumentam o ritmo em que fornecem resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental; respondem a desafios como mudanças climáticas, rápido crescimento populacional e instabilidade política e econômica, melhorando fundamentalmente a forma como envolvem a sociedade, aplicam métodos de liderança colaborativa, trabalham entre disciplinas e sistemas urbanos e usam informações de dados e tecnologias modernas para oferecer melhores serviços e qualidade de vida para os que estão na cidade (moradores, empresas, visitantes), agora e no futuro próximo (*City LivingLab*, 2022). A ISO 37122 (2017) aplica indicadores em 23 domínios para medição da maturidade de uma *smart city*: Economia, Educação, Energia, Meio ambiente, Finanças, Governança, Saúde, Habitação, População e condições Sociais, Recreação, Segurança, Resíduos Sólidos, Esporte e Cultura, Telecomunicações, Transporte, Agricultura Urbana/Local e Segurança Alimentar, Planejamento Urbano, Águas Residuais, Água.

Nesse sentido, a interligação proposta de um *smart campus* dentro de um modelo de *Smart City* amplia a eficiência econômica e social desta, enquanto a sua estrutura de funcionamento explicita a importância e identidade de cada elemento, de cada ator dentro da *Smart City*; sendo um facilitador de aprendizado e inovação nestas (Su, 2021); como para o desenvolvimento universitário que considere os desafios globais (Min-Allah, 2020).

O principal objetivo de um *smart campus* é ajudar os alunos e seus professores a desenvolver habilidades, utilizar e implementar as tecnologias em um método que crie resultados avançados no processo de aprendizagem (Alotaibi, 2021). A pesquisa de Nóbrega (2021) define o *Smart campus* como um ecossistema de ensino superior que utiliza a tecnologia para alcançar o tripé da sustentabilidade (ambiental, econômica e social) em um modelo de governança, aprendizagem colaborativa e adaptativa para promover uma melhor habitabilidade para suas partes interessadas.

Lessard et al (2021) denota que um *campus* inteligente pode melhorar o desempenho de sustentabilidade de uma universidade/faculdade e tem o potencial de aprimorar a experiência de pesquisa, facilitando o acesso a dados, instalações, planejamento, além de ser um fator crucial, para que uma cidade ou região possa se dizer “inteligente” quando obtiver um *campus* universitário que seja modelo de desenvolvimento sustentável. Colocar a ciência no centro da “inteligência” é uma forma de aproximar a ciência dos cidadãos.

Huang (2021) expõe que a construção de um *smart campus* requer mecanismo de encaixe com outros sistemas de informação e futuros planos de desenvolvimento. Subdividida em quatro partes: 1) Consultoria e construção ambiental (plataforma de integração de negócios); 2) Construção da plataforma de gestão de assuntos escolares (serviço de integração de dados); 3) Construção de plataforma de aprendizagem online (ensino e aprendizagem de terminal móvel, centro de recursos, serviço de integração de dados); 4) Construção de plataforma de sala de aula inteligente (consultoria de sala de aula inteligente, gravação e gerenciamento de sala de aula de radiodifusão, gerenciamento de espaço inteligente, serviços de integração de dados).

O objetivo da construção de *campus* inteligente é criar um ambiente inteligente para os alunos, onde os alunos possam realizar uma aprendizagem eficiente. Concentrando uma variedade de sistemas de serviços, que podem integrar efetivamente atividades de ensino, pesquisa científica e de gestão juntas de forma eficaz (Guofeng, 2021). A realização da coleta, transmissão e processamento de informações são os três elementos básicos de um *campus* inteligente (Zhang, 2021).

O desenvolvimento do *smart campus* deve considerar todos os fatores que influenciam as atividades diárias do *campus*. Não apenas dependendo da infraestrutura do *campus* (Neves

et al. 2017; Augusto, 2020; Madyaatmadja et al, 2021), mas o desenvolvimento deve se concentrar mais em seus benefícios para a comunidade do *campus* e as partes interessadas, além de proporcionar uma interação equilibrada entre o *campus* e o meio ambiente (Musa et al, 2021). Também, devem produzir mudanças na relação entre a universidade e o meio ambiente por meio de ações relacionadas ao Desenvolvimento Sustentável, *campus* verde e sistemas de monitoramento inteligentes. Pesquisas futuras também apontam para ampliar sistemas e ações de Desenvolvimento Sustentável (Nóbrega, 2021).

Considerando ser importante a busca pela definição clara dos domínios que se aderem ao *smart campus* contidos na literatura, este artigo propõe pela revisão de trabalhos com aplicação de ferramentas de análise textual, buscando desenvolver uma métrica para identificar os domínios e dimensões que possam aderir-se no desenvolvimento de *smart campus*. Acreditamos que essa análise pode ser um meio de promover direcionamentos assertivos na busca de clarificar os domínios que atendem ao desenvolvimento dos *smart campus*, sendo um meio de promover uma ferramenta futura de análise e medição destes para um contexto das cidades inteligentes.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

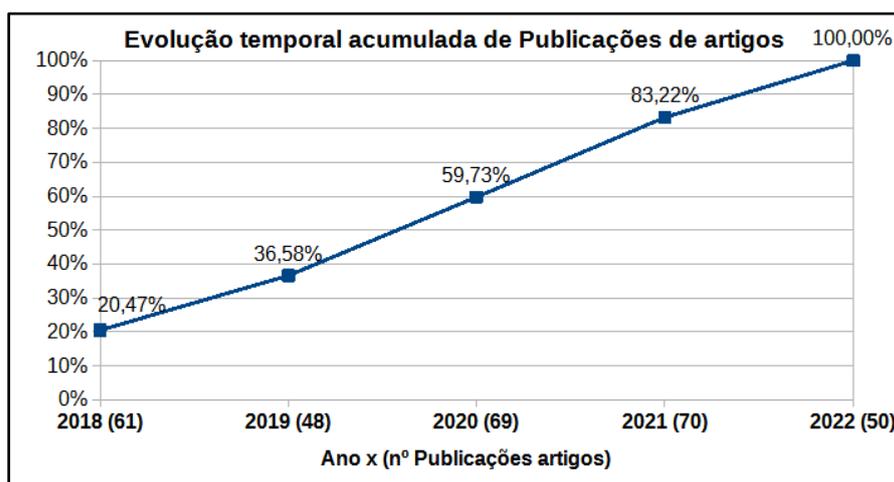
A exploração do termo “*smart*” nas áreas do conhecimento foi realizada a partir da busca na base de dados *Scopus* e *Web Of Science* em “título” e “palavras-chaves” de artigos publicados no período dos últimos 5 anos (2018-2022) em 16 de abril de 2023. A busca nas bases retornou: *Scopus* 20.263 artigos e *Web Of Science* 14.634 artigos. Após, foi realizada a sobreposição dos artigos para retirada dos duplicados, os resultados quanto a artigos que contenham o termo “*smart*” em títulos e palavras em ambas as bases foram de 22.873 artigos.

A partir dos trabalhos obtidos na revisão da literatura na base de *scopus* e *web of science*, buscou-se resgatar aqueles aplicados no campo educacional especificamente no âmbito universitário e de *campus*. Para essa análise realizou-se um filtro por títulos e palavras chaves o termo “*university* ou *universidade*”, “*campus*” e “*academia*”. Com isso, a busca nos resultados para o termo *smart* retornou em 294 artigos (1,29%) de trabalhos no contexto *smart*. A partir destes resultados, realizou-se a análise textual na ferramenta *VOSviewer* identificar métricas para análise das ocorrências de termos e posterior classificação em faixas de domínios aderentes ao desenvolvimento dos *campus* universitário *smarts*.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após os resultados obtidos realizou-se a primeira análise quanto à evolução temporal acumulada de publicações de artigos em *Smart Campus* para os últimos cinco anos (2018-2022).

Figura 01: Evolução temporal acumulada de artigos publicados em *Smart Campus* (2018-2022)



Fonte: Elaborado pelos autores.

A evolução temporal de artigos para o contexto *smart* de termos em “*campus*” e “*universidade*” (figura 01) demonstra uma evolução considerável em publicações nos últimos anos, sendo em 2018 realizadas (61 publicações) para o acumulado de (294 artigos publicados) no período até 2022. Nota-se que para o contexto *smart*, estes termos vêm se tornando cada vez mais notórios por pesquisas, evidenciando um crescente interesse por pesquisadores neste campo nos últimos anos. Isso fortifica a notoriedade do tema de pesquisa; moldando um horizonte de propostas de novos trabalhos neste campo em crescimento.

Após evidenciar a evolução temporal, a próxima análise foi clarificar dentro do contexto *smart* para o *campus* universitário os principais termos e aplicações na literatura relacionados ao tema pela utilização da ferramenta *VOSviewer*, buscando aglutinar com as métricas relacionadas às *smart cities* (*City LivingLab*, 2022; ISO 37122, 2022) para formulação dos indicadores, que fomentem os domínios e dimensões no *campus*.

A primeira análise foi sobre os termos extraídos de todas as *Keywords* (Autores e indexados por periódicos) para um mínimo de ocorrências de termos igual a 03. Sendo o mínimo de *cluster size* adotado para análise e agrupamento de *clusters* igual a 30 e *random seed* (01).

A análise de *clusters colors* de termos identificou 04 *clusters* para um total de 216 itens (figura 02), sendo agrupados após limpeza e sobreposição de termos; categorizados por

DOMÍNIO	DIMENSÃO	TERMO	<i>weight</i> <Links>	<i>weight</i> <Total link strength>	<i>weight</i> <Occurrences>
	DESIGN, PROCEDIMENTOS	<i>monitoring</i>	32	9	9
		<i>learning systems</i>	26	8	8
		<i>teaching</i>	33	8	8
		<i>forecasting</i>	29	7	7
		<i>deep learning</i>	22	6	6
		<i>learning environments</i>	15	6	6
		<i>social networking (online)</i>	24	6	6
		<i>computer aided instruction</i>	17	5	5
		<i>e-learning</i>	30	5	5
		<i>network security</i>	20	5	5
		<i>classification (of information)</i>	12	4	4
		<i>data mining</i>	13	4	4
		<i>data privacy</i>	20	4	4
		<i>design</i>	6	3	4
		<i>efficiency</i>	27	4	4
		<i>servers</i>	18	4	4
		<i>augmented reality (ar)</i>	9	3	3
		<i>computation theory</i>	11	3	3
		<i>database systems</i>	13	3	3
		<i>decision-making</i>	5	3	3
		<i>deep neural networks</i>	15	3	3
		<i>diagnosis</i>	12	3	3
		<i>feature extraction</i>	15	3	3
<i>interactive computer systems</i>	14	3	3		
<i>neural networks</i>	18	3	3		
<i>space utilisation</i>	5	3	3		
TECNOLOGIAS SMART	FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	<i>big data</i>	53	14	14
		<i>cloud computing</i>	32	10	10
		<i>digital storage</i>	51	10	10
		<i>sensors</i>	18	4	4
		<i>radio frequency identification (rfid)</i>	21	3	3
		<i>smart tools</i>	5	3	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos dados do *cluster 01* da (tabela 1) tem-se 53 termos, com destaque: *big data* (14), *cloud computing* (10). Para as ocorrências de termos contextualizados por domínios neste *cluster* tem-se: técnicas *smart* (28 termos), aplicações *smart* (12 termos), tecnologias *smart* (06 termos), ambientes *smart* (06 termos) e infraestrutura *smart* (01 termos). A próxima tabela em destaque é do *Cluster 02*.

Tabela 02: *Cluster 02* (cor verde) em *smart campus* por domínios e dimensão aplicações a partir da extração termos *Keywords*.

DOMÍNIO	DIMENSÃO	TERMO	<i>weight</i> <Links>	<i>weight</i> <Total link strength>	<i>weight</i> <Occurrences >
AMBIENTES SMART	CASA, CIDADES, ESCOLA,	<i>university campus</i>	71	17	18
		<i>smart cities</i>	30	8	9

DOMÍNIO	DIMENSÃO	TERMO	weight<Links>	weight<Total link strength>	weight<Occurrences>
	UNIVERSIDADES, HOSPITAIS	<i>smart environment</i>	38	7	7
		<i>smart home</i>	13	4	5
		<i>university students</i>	21	4	5
		<i>urban planning</i>	17	5	5
		<i>ambient intelligence</i>	18	3	3
		<i>campus</i>	8	3	3
		<i>intelligent environment</i>	21	3	3
APLICAÇÕES SMART	SEGURANÇA, SERVIÇOS, SAÚDE, SOCIAIS. EDUCAÇÃO, ECONÔMICA	<i>economic and social effects</i>	9	3	3
		<i>websites</i>	17	3	3
		<i>wide area networks</i>	18	3	3
INFRAESTRUTURA SMART	GERENCIAMENTO REDES, SISTEMAS INFORMAÇÕES, ÁREAS	<i>office buildings</i>	20	3	3
		<i>smart buildings</i>	21	5	6
SUSTENTABILIDADE SMART	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	<i>environmental issues</i>	15	3	3
TÉCNICAS SMART	MODELOS, ARQUITETURAS, DESIGN, PROCEDIMENTOS	<i>machine learning</i>	35	9	9
		<i>automation</i>	30	8	8
		<i>surveys</i>	33	7	7
		<i>data acquisition</i>	37	6	6
		<i>network architecture</i>	33	6	6
		<i>perception</i>	28	5	6
		<i>architectural design</i>	27	5	5
		<i>architecture</i>	26	5	5
		<i>benchmarking</i>	24	5	5
		<i>optimization</i>	30	5	5
		<i>algorithm</i>	32	4	4
		<i>economic analysis</i>	21	4	4
		<i>multiobjective optimization</i>	19	4	4
		<i>scalability</i>	20	4	4
		<i>case-studies</i>	12	3	3
		<i>computer architecture</i>	24	3	3
		<i>crowdsourcing</i>	14	3	3
		<i>data visualization</i>	19	3	3
<i>distributed computer systems</i>	14	3	3		
<i>queueing networks</i>	17	3	3		
TECNOLOGIAS SMART	FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	<i>internet of things (IoT)</i>	321	100	102
		<i>intelligent buildings</i>	52	11	11
		<i>wireless sensor networks</i>	45	8	8
		<i>5g mobile communication systems</i>	32	6	6
		<i>lorawan</i>	19	6	6
		<i>lora</i>	15	4	4
		<i>low power electronics</i>	25	4	4
		<i>smart phone</i>	4	2	4
		<i>smartphones</i>	14	4	4
<i>wi-fi</i>	22	4	4		

DOMÍNIO	DIMENSÃO	TERMO	weight<Links>	weight<Total link strength>	weight<Occurrences>
		<i>gateways (computer networks)</i>	21	3	3
		<i>lpwan</i>	19	3	3
		<i>mobile phone</i>	13	3	3
		<i>smartphone</i>	20	3	3
		<i>wireless sensor</i>	15	3	3
		<i>world wide web</i>	26	3	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos dados do *cluster* 02 da (tabela 02) tem-se 51 termos, com destaque: *internet of things - IoT* (102), *intelligent buildings*/edifícios inteligentes (11). Para as ocorrências de termos contextualizados por domínios neste *cluster* tem-se: técnicas *smart* (20 termos), tecnologias *smart* (16 termos), ambientes *smart* (09), aplicações *smart* (03 termos), infraestrutura *smart* (02 termos) e sustentabilidade *smart* (01 termo). A próxima tabela em destaque é do *Cluster* 03.

Tabela 03: *Cluster* 03 (cor Azul) em *smart campus* por domínios e dimensão de aplicações a partir da extração de termos *Keywords*.

DOMINIO	DIMENSÃO	TERMO	weight<Links>	weight<Total link strength>	weight<Occurrences>
AMBIENTES SMART	CASA, CIDADES, ESCOLA, UNIVERSIDADES, HOSPITAIS	<i>smart city</i>	95	39	44
		<i>university hospital</i>	22	6	6
		<i>academic medical centers</i>	19	5	5
		<i>major clinical study</i>	22	5	5
		<i>nigerian university</i>	6	4	4
APLICAÇÕES SMART	SEGURANÇA, SERVIÇOS, SAÚDE, SOCIAL, EDUCAÇÃO	<i>human</i>	68	22	22
		<i>higher education</i>	28	11	12
		<i>covid-19</i>	21	6	6
		<i>student</i>	29	6	6
		<i>human experiment</i>	26	5	5
		<i>innovation</i>	12	4	4
		<i>smart learning</i>	3	4	4
		<i>governance</i>	14	2	3
		<i>management</i>	16	3	3
		<i>medical education</i>	11	3	3
		<i>privacy</i>	15	3	3
		<i>psychology</i>	19	3	3
<i>quality of life</i>	6	3	3		
<i>smart library</i>	7	2	3		
INFRAESTRUTURA SMART	GERENCIAMENTO REDES, SISTEMAS INFORMAÇÕES, ÁREAS	<i>smart classroom</i>	25	7	7
		<i>cities</i>	23	4	4
SUSTENTABILIDADE SMART	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	<i>sustainability</i>	62	15	15
TÉCNICAS SMART	MODELOS, ARQUITETURAS, DESIGN,	<i>artificial intelligence</i>	29	7	7
		<i>model</i>	20	6	6
		<i>controlled study</i>	14	4	4

DOMÍNIO	DIMENSÃO	TERMO	weight <Links>	weight< Total link strength>	weight <Occurrences>
	PROCEDIMENTOS	<i>knowledge</i>	15	4	4
		<i>user experience</i>	10	3	4
		<i>virtual reality</i>	17	4	4
		<i>collaboration</i>	17	3	3
		<i>conceptual framework</i>	8	3	3
		<i>cross-sectional study</i>	16	3	3
		<i>interoperability</i>	15	3	3
		<i>networks</i>	10	3	3
		<i>open data</i>	14	3	3
		<i>quality</i>	6	3	3
		<i>questionnaire</i>	19	3	3
		<i>standards</i>	19	3	3
<i>system</i>	7	3	3		
TECNOLOGIAS SMART	FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	<i>information technology</i>	24	5	5
		<i>technology</i>	19	4	4
		<i>sensor</i>	10	3	3
		<i>smart phones</i>	14	2	3
		<i>technology adoption</i>	13	3	3
		<i>Things</i>	15	3	3
		<i>raspberry pi</i>	8	3	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos dados do *cluster* 03 da (tabela 03) tem-se 45 termos, com destaque: *Smart City* (44), *Human* (22) e *Sustainability* (15). Para as ocorrências de termos contextualizados por domínios neste *cluster* tem-se: técnicas *smart* (16 termos), aplicações *smart* (14 termos), tecnologias *smart* (07 termos), ambiente *smart* (05 termos), infraestrutura *smart* (02 termos), sustentabilidade *smart* (01 termos). A próxima tabela em destaque é do *Cluster* 04.

Tabela 04: *Cluster* 04 (cor Amarelo) em *smart campus* por domínios e dimensão de aplicações a partir da extração termos *Keywords*.

DOMÍNIO	DIMENSÃO	TERMO	weight <Links>	weight< Total link strength>	weight <Occurrences>
APLICAÇÕES SMART	SEGURANÇA, SERVIÇOS, SAÚDE, SOCIAIS. EDUCAÇÃO, ECONOMICA	<i>economics</i>	20	3	3
		<i>teaching and learning</i>	19	3	3
FINANÇAS SMART	CUSTOS	<i>costs</i>	40	6	6
		<i>cost effectiveness</i>	24	5	5
INFRAESTRUTURA SMART	GERENCIAMENTO REDES, SISTEMAS INFORMAÇÕES, ÁREAS	<i>information management</i>	40	6	6
		<i>blockchain</i>	15	4	5
		<i>microgrid</i>	36	5	5
		<i>microgrids</i>	37	5	5
		<i>smart technologies</i>	25	5	5
		<i>design and implementations</i>	17	4	4
		<i>scheduling</i>	28	4	4
		<i>integrated systems</i>	16	3	3
MOBILIDADE SMART	MOBILIDADE	<i>smart parking</i>	18	4	4
		<i>smart parking lot</i>	5	2	3

DOMÍNIO	DIMENSÃO	TERMO	<i>weight</i> <Links>	<i>weight</i> <Total link strength>	<i>weight</i> <Occurrences >
SUSTENTABILIDADE SMART	ENERGIA, GESTÃO EFICIENTE	<i>energy efficiency</i>	53	13	13
		<i>smart grid</i>	52	11	13
		<i>energy utilization</i>	52	10	10
		<i>electric power transmission networks</i>	36	9	9
		<i>energy management</i>	41	9	9
		<i>smart power grids</i>	36	9	9
		<i>energy conservation</i>	49	6	6
		<i>energy consumption</i>	27	5	5
		<i>energy management systems</i>	25	4	4
		<i>solar power generation</i>	24	4	4
		<i>wind power</i>	24	4	4
		<i>alternative energy</i>	19	3	3
		<i>electric vehicles</i>	20	3	3
		<i>intelligent energy management</i>	16	3	3
		<i>photovoltaic energy</i>	12	3	3
		<i>renewable energy</i>	23	3	3
	<i>renewable energy resources</i>	21	3	3	
	<i>solar energy</i>	20	3	3	
	AR, QUALIDADE, CONTROLE EMISSÃO POLUENTES	<i>air conditioning</i>	25	4	4
		<i>air quality</i>	25	4	4
		<i>emission control</i>	21	3	3
	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	<i>sustainable development</i>	62	11	11
		<i>environmental management</i>	18	3	3
		<i>environmental monitoring</i>	17	3	3
		<i>sustainable development goal</i>	23	3	3
	ÁGUA, GESTÃO EFICIENTE	<i>waste management</i>	24	3	3
		<i>water management</i>	23	3	3
		<i>water supply</i>	15	3	3
TÉCNICAS SMART	MODELOS, ARQUITETURAS, DESIGN, PROCEDIMENTOS	<i>quality control</i>	23	4	4

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos dados do *cluster* 04 da (tabela 04) tem-se 43 termos, com destaque: *energy efficiency* (13), *smart grid*/rede inteligente (13), *sustainable development* (11). Para as ocorrências de termos contextualizados por domínios neste cluster tem-se: sustentabilidade *smart* (28 termos), infraestrutura *smart* (08 termos), mobilidade *smart* (02 termos), aplicações *smart* (02 termos), finanças *smart* (01 termos), técnicas *smart* (01). A próxima tabela em destaque é do *Cluster* 04.

A partir dos dados das tabelas anteriores, foram categorizados na tabela a seguir os trabalhos por domínio, aplicações e funções dos desenvolvimentos (tabela 05).

Tabela 05: Domínio, aplicações e funções dos desenvolvimentos em *Smart Campus*.

Domínio	Aplicações	Autor
i) SUSTENTABILIDADE SMART ii) APLICAÇÕES SMART iii) MOBILIDADE SMART	- <i>Smart Sustainable</i> (sustentabilidade Inteligente): (1) edifícios inteligentes, (2) aulas inteligentes, (3) laboratórios inteligentes, (4) espaços públicos, (5) estacionamento inteligente e (6) iluminação inteligente; - <i>Smart Transport</i> (Transporte inteligente): (1) semáforos inteligentes e (2) veículos elétricos; - <i>Smart Vehicles</i> (Veículos inteligentes): (1) Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), e (2) Veículos Conectados e Autônomos (CAV).	Anagnostopoulos et al. (2021)
i) INFRAESTRUTURA SMART ii) APLICAÇÕES SMART	- <i>Smart Parking</i> (Estacionamento inteligente): (1) Recurso de captura de vídeo no <i>front end</i> e funções para analisar a imagem monitorada. (2) Sistema composto por câmeras, sensores e outros dispositivos.	Madyatmadja et al. (2021) Anirudh et al. (2017); Ikrisi (2020)
i) INFRAESTRUTURA SMART ii) APLICAÇÕES SMART	- <i>Smart Lighting</i> (iluminação inteligente)	Mansur (2021)
i) INFRAESTRUTURA SMART ii) TECNOLOGIAS SMART	-Tecnologia principal de <i>IoT</i> : (1) plataforma <i>IoT</i> , (2) <i>Raspberry Pi</i> , (3) <i>Arduino Uno</i> , (4) <i>Wireless Sensor Network</i> (WSN), (5) sensores e (6) atuadores; -Tecnologia de monitoramento passivo: (1) equipamento de identificação de radiofrequência (RFID), (2) dispositivo de sistema de posicionamento global (GPS), (3) protocolo <i>Ethernet</i> , (4) <i>Wi-Fi</i> , (5) <i>Bluetooth</i> , (6) <i>ZigBee</i> , (7) <i>Near Field Communication</i> (NFC), (8) 4G, (9) 5G e (10) <i>Low Power Wide Area Networks</i> (LPWAN); -Mobile technology ou dispositivos de monitoramento ativo: (1) câmeras, (2) microfones, (3) <i>smartphones</i> , (4) relógios inteligentes e (5) caixas eletrônicos autônomos (ATM).	Anagnostopoulos et al. (2021) Ikrisi (2020) (Muhamad et al. 2017)
i) AMBIENTE SMART ii) TECNOLOGIAS SMART iii) MOBILIDADE SMART	- <i>Smart Library</i> (Biblioteca inteligente) Tecnologia de monitoramento passivo por: 1) Equipamento de identificação de radiofrequência (RFID). 2) Dispositivo de sistema de posicionamento global (GPS).	Madyatmadja et al. (2021)
i) APLICAÇÕES SMART	<i>Raspberry pi</i> , <i>Arduino Mega</i> , <i>NodeMCU</i> , <i>sensors</i> .	Yuliansyah et al. (2018) Faritha et al. (2020) Madyatmadja et al. (2021)
i) APLICAÇÕES SMART	-Tecnologia principal de <i>IoT</i> : <i>Wireless Local Area Network</i> , <i>Personal Area Network</i> , <i>Wide Area Network</i> , <i>Sensor</i> . -Tecnologia de monitoramento passivo: <i>Bluetooth</i> ; <i>Wifi</i> , <i>4G</i> , <i>3GPP</i> , <i>LP-WA</i> . -Dispositivos de monitoramento ativo: <i>Cellular Communication</i> .	Madyatmadja et al. (2021) Ikrisi (2020) (Muhamad et al. 2017)
i) APLICAÇÕES SMART ii) TÉCNICAS SMART	- Modelo de nuvem de serviço auto escalável híbrido: melhorar a aproximação de sistemas escaláveis verticais e horizontais na Qualidade de Serviço (QoS) em aplicativos inteligentes baseados em <i>smart campus</i> .	Razzaq (1) et al. (2021)
i) APLICAÇÕES SMART	- Tecnologia <i>LaRaWAN</i> : usada de forma bastante eficaz não apenas ao ar livre, mas também em ambientes internos, mesmo para implantações bastante extensas, compostas por centenas de sensores.	Yasmin (2020)
i) APLICAÇÕES SMART	<i>INS</i> (<i>Indoor Navigation System</i>) Sistema de navegação interna que inclui duas seções. A primeira seção para usuários que podem pesquisar e navegar até os locais desejados, posicionar seus locais atuais e acessar a página principal onde podem modificar as configurações com base em sua necessidade. A segunda seção é para	Hadwan (2020)

Domínio	Aplicações	Autor
ii) MOBILIDADE SMART	os desenvolvedores, onde eles podem desenvolver o <i>software INS</i> , atualizar o <i>hardware</i> , adicionar locais e suas informações ao banco de dados e atualizar o mapa de navegação. São exploradas diversas tecnologias para resolução de navegação e posicionamento em áreas internas como o <i>beacon BLE</i> por serem baratos, confiáveis, tendo uma vida útil da bateria mais longa. A arquitetura do sistema além de um mapa 2D auxilia na identificação das localizações dos <i>beacons BLE</i> para cobrir toda a área do Departamento de Tecnologia da Informação da Faculdade de Computação em QU. A arquitetura do sistema é escalável para qualquer tamanho de edifício.	
i) TECNOLOGIAS SMART ii) APLICAÇÕES SMART iii) TÉCNICAS SMART	<ul style="list-style-type: none"> - Metodologia de computação: (1) computação de borda, (2) computação em nuvem; - Computação afetiva: (1) reconhecimento de voz, (2) reconhecimento de rosto e (3) reconhecimento de gestos; - Contexto do usuário: (1) social, (2) movimento, (3) <i>crowdsourcing</i>, (4) <i>crowd sensing</i> e (5) <i>Ambient Intelligence (AmI)</i>; - Arquitetura de <i>software</i>: (1) <i>big data</i> e (2) orientada a serviços; - Sistema de inferência: (1) conhecimento do contexto e (2) suporte à decisão. - Algoritmos de inferência: baseados em abordagens de aprendizado de máquina e inteligência artificial que são categorizados em: (1) supervisionados, (2) não supervisionados e (3) semi supervisionados. - Realidade Estendida (XR): (1) Realidade Virtual (VR), e (2) Realidade Aumentada (AR). - Local de aplicação: se ramifica em (1) desktop ou localização estática, e (2) móvel ou dinâmica. 	Anagnostopoulos et al. (2021)
i) APLICAÇÕES SMART ii) TECNOLOGIAS SMART	Plataforma de banco de dados <i>SQL Server</i> para armazenamento de dados, aliada às características dos usuários e necessidades reais, para fornecer as seguintes soluções de <i>backup</i> e recuperação de dados: tecnologia de negação de banco de dados.	Huang X. (2021)
i) APLICAÇÕES SMART ii) TÉCNICAS SMART	Algoritmos de inferência e emprego de diferentes modelos de classificação por técnicas de validação cruzada.	Razzaq et al (2021)
i) APLICAÇÕES SMART	<ul style="list-style-type: none"> -Segurança cibernética: (1) sistema de autenticação e (2) sistema de detecção de intrusão; -Recurso de regulamentação de segurança do sistema: (1) padrões de segurança e (2) conformidade com a privacidade. 	Anagnostopoulos et al. (2021)
i) APLICAÇÕES SMART	<ul style="list-style-type: none"> - Tempo de aquisição, (2) quantitativo, (3) qualitativo e (4) misto. - Contexto de dados: (1) real, (2) sintético, (3) <i>streaming</i>, (4) lote, (5) texto, (6) som, (7) imagem e (8) vídeo. 	Anagnostopoulos et al. (2021) Anirudh et al. (2017); Ikrisi (2020)

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados os domínios aplicados ao *campus* (tabela 01, 02, 03 e 04) estão principalmente voltados a questão de ambientes *smart*, tecnologias *smart*, infraestrutura *smart*, aplicações *smart*, sustentabilidade *smart* e técnicas *smart*. Verificou-se que a segregação por *campus* a partir dos termos extraídos da ferramenta *VOSviewer* foram produtivas para a classificação destes domínios. Considerando que a métrica utilizada para essa classificação na

ferramenta pelas ocorrências e peso das ligações (*weight Total link strength*) dos termos são eficientes e mostram a proximidade destes (Sangalli & Kauchakje, 2021).

Pelo recorte de informações obtidas na (tabela 05) nota-se definições de tecnologias/metodologias/conceitos como: tecnologia principal de *IoT*, tecnologia de monitoramento passivo e ativo (Muhamad et al. 2017; Ikrissi & Mazri, 2020; Anagnostopoulos et al. 2021; Madyatmadja, Yulia, Sembiring & Angin, 2020); Modelo de nuvem de serviço auto escalável (Razzaq et al., 2021); Metodologia de computação, Computação afetiva, Contexto do usuário, Arquitetura de software, Sistema de inferência, Realidade Estendida (Anagnostopoulos et al., 2021); Algoritmos de inferência (Razzaq et al., 2021). Sendo que estes resultados são aplicados com evidência nas áreas de Ensino e Aprendizagem, Segurança, Pessoas e Serviços, Gerenciamento e Planejamento de TICs, Mobilidade, Meio Ambiente e Sustentabilidade, Sistema Energia. Principalmente pela implementação de tecnologias *IoT* identificadas pela demanda de uma ampla gama de objetos interconectados, como sensores, atuadores, máquinas digitais, telefones celulares, pessoas e outras coisas que se comunicam entre si via Internet para tornar o sistema inteligente. No sistema de *campus* inteligente, essa tecnologia é projetada para realizar identificação, monitoramento e rastreamento inteligentes. Também é usado para automação, gerenciamento de dados, energia verde, etc (Ikrissi e Mazri, 2020).

Os resultados das tabelas (01 a 05) evidenciam que as TICs como *IoT*, *Big Data*; Governança, pessoas e educação inteligente têm as maiores tendências em *Smart Campus* convergindo ao que expõe Hidayat (2022).

Acredita-se que a proposta de utilização da ferramenta *VOSviewer* como um modelador de dados para customização de domínios a serem seguidos por futuros desenvolvedores de *smart campus* é uma proposta válida.

REFERÊNCIAS

- Alotaibi, S. (2021). Uma Estrutura Integrada para Faculdades Inteligentes baseada na Quarta Indústria. *Jornal de Transação Internacional de Engenharia, Gestão e Ciências Aplicadas e Tecnologias*, 12 (4),<http://TUENGR.COM/V12/12A4R.pdf> .DOI: 10.14456/ITJEMAST.2021.81
- Anagnostopoulos, T., et al. (2021). Desafios e Soluções de Sistemas de Vigilância em Campus Inteligente Habilitado para IoT: Uma Pesquisa. *Acesso IEEE*, 9, 131926-131954. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3114447>.
- Anirudh, A., Pandey, V. K., Sodhi, J. S., & Bagga, T. (2017). Next generation Indian campuses going *SMART*. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15, 385-398.
- Augusto, J. C., Quinde, M. J., Oguego, C. L., & Gimenez-Manuel, J. G. (2020). Context-aware Systems Architecture (CaSA). To appear in *Cybernetics and Systems*, Taylor and Francis.
- City LinvingLab. (2022). *Smart Cities do Brasil 2022* Desempenho das Capitais Brasileiras. <http://dx.doi.org/10.18226/9786500438611>.
- Faritha, J., Revathi, R., Suganya, M., & Gladiss, M. (2020). IoT based cloud integrated smart classroom for smart and a sustainable campus. *Procedia Computer Science*, 77-81.

- Guofeng, X., & Mingzhu, L. (2021). The Application of Big Data Technology in the Construction of Smart Campus in Vocational Colleges. *Journal of Physics: Conference Series*, 1827, 012134. Disponível em <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1827/1/012134/meta>.
- Hadwan, M., Khan, R. U., & Abuzanouneh, K. I. M. (2020). Towards a *Smart Campus* for Qassim University: An Investigation of Indoor Navigation System. *Advances in Science, Technology, and Engineering Systems Journal*, 5(6), 831-837. Disponível em <https://www.astesj.com/v05/i06/p99/>
- Hidayat. (2022). Modelo de Gestão do Conhecimento para Campus Inteligente na Indonésia. *Dados*, 7(1), 7. <https://doi.org/10.3390/dados7010007>
- Huang, Z. (2021). The Research on Blended Teaching in Vocational Colleges Based on *Smart Campus*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1865(2), 022048. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1865/2/022048>.
- Ikriissi, G., & Mazri, T. (2020). A study of *smart campus* environment and its security attacks. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, XLIV-4/W3-2020, 255-261. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W3-2020-255-2020>.
- ISO. ISO 37122 Sustainable development in communities — Indicators for Smart Cities. 2017. International Organization for Standardization. Available in: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:dis:ed-1:v1:en>>. Access in: 04 agosto. 2022.
- Lessard, et al. (2021). *Smart Campuses*: Extensive Review of the Last Decade of Research and Current Challenges. *IEEE Access*, 9, 124200-124234. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109516>.
- Li, G., et al. (2021). Research on Smart Campus Architecture Based on the Six Domain model of The Internet of Things. *Journal of Physics: Conference Series*, 1861, 012038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1861/1/012038>
- Madyatmadja, E. D., Yulia, T. R., Sembiring, D. J. M., & Angin, S. M. B. P. (Ano de publicação). Título do artigo. *Título do periódico*, Volume (Issue), Páginas. https://doi.org/10.46338/ijetae0521_06
- Musita Musa, et al. (2021). Smart Campus Implementation in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Towards a Conceptual Framework. *Journal of Physics: Conference Series*, 1860, 012008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1860/1/012008>.
- Razzaq, et al. (2021). A Modelagem de Recursos em Nuvem de Serviço Escalável de 3 Eixos para Predição de Explosão Sob Cenário de Campus Inteligente. *IEEE Access*, 9, 116927-116941. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3105539>.
- Razzaq, M. A., Mahar, J. A., Ahmad, M., Saher, N., Mehmood, A., & Choi, G. S. (2021). Hybrid Auto-Scaled Service-Cloud-Based Predictive Workload Modeling and Analysis for *Smart Campus* System. *IEEE Access*, 9, 42081-42089. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3065597>.
- Sangalli, A. F., & Kauchakje, S. (2021). Uma introdução à bibliometria e cientometria: o caso do presidencialismo latino-americano. *Revista Política Hoje (UFPE)*, 30(1), 87-160. Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/download/249043/41687>.
- Tunku Muhammad Nizar Tunku Mansur, Rosnazri Ali, Baharudin, N. H., & Ananda-Rao, K. (2021). Título do artigo. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 8(74), 54-63. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2020.S2762179>.
- Yasmin, R., Mikhaylov, K., & Pouttu, A. (2020). LoRaWAN for *Smart Campus*: Deployment and Long-Term Operation Analysis. *Sensors*, 20(23), 6721. <https://doi.org/10.3390/s20236721>.
- Yuliansyah, H., Corio, D., Yunmar, R., & Aziz, M. (2018). Smart-Room Technology Implementation Based on Internet of Things toward *Smart Campus* in Institut Teknologi Sumatera. *Earth and Environmental Science*.
- Zhang, L. (2021). Research on WSN Time Synchronization Algorithm Based on Smart Campus. *Journal of Physics: Conference Series*, 1802, 032079. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1802/3/032079>.