

Smart Campus: um estudo exploratório na UFPB – Campus IV

Bruno Kevin Vasconcelos, Alexandre Scaico

{bruno.kevin, alexandre}@dcx.ufpb.br

Universidade Federal da Paraíba - Rio Tinto. PB - Brasil

RESUMO

A comunicação humana está passando por um processo de mudança, pois os dispositivos inteligentes mudaram a maneira como vivemos e como as pessoas interagem e fazem suas próprias atividades. Esse fenômeno pode ser observado em todos os ambientes, inclusive nas universidades. De fato, o design de ambientes se expandiu devido à inclusão de dispositivos inteligentes (smart industry, smart cities, smart home, smart education) e com isso surgiu o conceito de um smart campus, que é definido como um modelo complexo, com foco em diferentes necessidades do campus universitário, como ensino, aprendizagem, segurança, gestão da informação e base de dados. Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho é fazer um estudo exploratório sobre o que é smart campus e conceitos interligados, quais suas finalidades, suas potencialidades e fragilidades, seu estado atual no Brasil. Por fim uma análise crítica do que já existe na Campus IV da UFPB que se caracteriza como elemento de um smart campus foi realizada, e propostas de ações para ajustar o que existe e novas ações que podem ser implementadas são propostas visando tornar o Campus IV da UFPB realmente um smart campus.

PALAVRAS-CHAVE

Smart Campus; Smart Cities; Dispositivos Inteligentes

ABSTRACT

Human communication is undergoing a process of change as smart devices have changed the way we live and how people interact and do their own activities. This phenomenon can be observed in all environments, including universities. In fact, the design of environments has expanded due to the inclusion of smart devices (smart industry, smart cities, smart home, smart education) and with this came the concept of a smart campus, which is defined as a complex model focusing on different needs of the university campus, such as teaching, learning, security, information management, and database. In this context, the main goal of this work is to make an exploratory study about what smart campus and interconnected concepts are, what their purposes are, their potential and weaknesses, and their current state in Brazil. Finally a critical analysis of what already exists in Campus IV of UFPB that is characterized as an element of a smart campus was carried out, and

proposals of actions to adjust what exists and new actions that can be implemented are proposed aiming to make Campus IV of UFPB really a smart campus.

KEYWORDS

Smart Campus; Smart Cities; Smart Devices¹

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da tecnologia, os estilos de vida e hábitos de trabalho das pessoas sofreram uma enorme transformação, bem como as formas de aprendizagem. A mudança gradual do ambiente de aprendizagem e a crescente procura de aprendizagem personalizada e adaptativa impulsionaram a reforma e o desenvolvimento no campo da educação. Sendo a forma topo de linha de um sistema de educação inteligente, o smart campus ou campus inteligente tornou-se realidade e tem recebido cada vez mais atenção em todo o mundo. O campus inteligente cria um ambiente de aprendizagem inteligente para os cidadãos ao transformá-los em mão-de-obra qualificada, tornando-o parte integrante do quadro da cidade inteligente (LIU D. HUANG R. WOSINSKI M., 2017), (KWOK L, 2015). Num domínio em tão rápida mudança, há uma necessidade rápida de realizar investigação ativa e obter uma compreensão clara do campus inteligente e dos seus atributos.

Considerando a natureza multidisciplinar da investigação do campus inteligente, tem havido diversas revisões de literatura relacionadas com esta área. Por um lado, a recente emergência e avanço nas tecnologias de informação e comunicação (TIC), inteligência artificial (IA), dispositivos inteligentes, e tecnologias de realidade variável (por exemplo, realidade aumentada (RA), realidade virtual, etc.) criam oportunidades sem precedentes e prospectivas para que as instituições de ensino prossigam os padrões e realizações do ensino superior. Alguns artigos de revisão no domínio da tecnologia enfatizam as tecnologias de ponta e procuram as suas potenciais aplicações no campus inteligente. Para citar alguns, as aplicações da Internet das coisas (IoT) e das tecnologias de computação em nuvem no campus inteligente são revistas em “A survey on internet

¹ Trabalho de conclusão de curso, sob orientação do professor Alexandre Scaico submetido ao Curso de Licenciatura em Ciência da Computação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAEE) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de LICENCIADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

of things enabled smart campus applications" (ABUARQOUB A. ABUSAIMEH H. HAMMOUDEH M. et al., 2017) e "Cloud computing for education: a systematic mapping study" (BALDASSARRE M.T. CAIVANO D. DIMAURO G. et al., 2018) respectivamente.

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar o conceito de smart campus, suas abordagens e influências, no contexto em que se insere. Com essa finalidade, será abordado o avanço tecnológico e o cenário atual de algumas aplicações no Brasil e na Universidade Federal da Paraíba - Campus IV. Além disso, serão discutidos a metodologia aplicada, os resultados obtidos, a proposta de implementação e a conclusão acerca desse tema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As interações humanas estão passando por um processo de transformação onde os dispositivos inteligentes têm alterado a maneira com que as pessoas interagem entre si e como as mesmas realizam suas atividades. A tecnologia está conectando cada vez mais pessoas, serviços, cidades, casas e empresas. Dada a alta integração e conexão entre os componentes físicos e virtuais, vindos de diferentes fontes, inúmeras informações podem ser capturadas e processadas, com o objetivo de contribuir para o processo de tomada de decisões nas mais diferentes corporações (Y. QIN, Q. Z. SHENG, N. J. C. FALKNER, 2018). Além disso, devido à velocidade da mudança da tecnologia, especialmente com as tecnologias inteligentes, que são tecnologias incorporadas em um objeto que o permita se comunicar com autonomia e o torne uma parte daquela rede, as universidades atuam como laboratórios de Experiências - Living Lab - com pesquisa nas áreas de Inteligência Artificial, Internet das Coisas, energia sustentável, mobilidades nas áreas urbanas, energia renovável, visão computacional, dentre outras. Essas suposições são baseadas no conceito de cidades inteligentes - ou Smart Cities -, com foco na aplicação de tecnologia comunicação e informação para abordar questões urbanas visando o bem-estar e o desenvolvimento cívico para uma sociedade inclusiva e sustentável e que melhore a qualidade de vida em geral em qualquer ambiente. Visando essa metodologia, foi criado o conceito de smart nas universidades, pois assim como as cidades, são lugares onde estudam e trabalham diariamente milhares de pessoas. Por isso, podem ser comparados a pequenas cidades, pelos serviços que oferecem, as infraestruturas necessárias para fornecer seus serviços e as redes de comunicação e transporte para a gestão da vida universitária (BENEDITO, BORDONAU, 2013).

2.1 Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas descreve uma rede de objetos físicos equipados com sensores, software e outras tecnologias

para conectar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas pela Internet. Semanticamente, "Internet das Coisas" significa uma rede mundial de objetos interligados, com base em protocolos de comunicação (BASSI e HORN, 2008). Em definição mais abstrata, Easterling (2012, tradução nossa), vislumbra que a IoT descreve "um mundo embutido com tantos dispositivos digitais que no espaço entre eles não consiste em circuitos obscuros, mas sim no espaço da própria cidade". Para os autores, o computador infere as restrições físicas de sua estrutura, tornando objetos comuns do cotidiano em símbolos digitais. Resumindo, a IoT é um ecossistema no qual objetos físicos são conectados por meio de endereços IP ou outras redes e os dados são trocados, armazenados e coletados por meio de aplicativos de software para consumidores e empresas. A Internet das Coisas é uma revolução tecnológica de objetos conectados projetados para facilitar e organizar as tarefas diárias, e cada vez mais dispositivos conectados à internet, como computadores e smartphones, estão surgindo (HELDPDIGITAL, 2017).

Segundo o site System ITS (2017), alguns exemplos de aplicações IoT podem ser:

- **Carros conectados:** já existem muitos exemplos de veículos no mercado com painéis de conexão à Internet e integração com aplicativos populares como redes sociais e telefones celulares. Aplicação de entretenimento. Mas a revolução da Internet das Coisas promete levar os automóveis ao próximo nível, tornando possíveis carros inteligentes e sem motorista.

- **Sensores agrícolas:** os dispositivos IoT já estão ajudando os agricultores a melhorar seus rendimentos, por exemplo, sensores capazes de detectar a temperatura e umidade do ar e acionar sistemas de irrigação. Graças à Internet, eles podem acessar bancos de dados meteorológicos, previsões, planejar e até regularizar o uso da água, tornando os cultivos mais econômicos e sustentáveis.

Os benefícios potenciais da implantação da tecnologia IoT em campi inteligentes residem principalmente em três aspectos (TORRES-SOSPEDRA et al., 2015; DONG et al., 2016). Primeiro, a IoT fornece a plataforma de informações para que os instrutores acompanhem o progresso de aprendizado dos alunos e tomem ações informadas. Em segundo lugar, a IoT automatiza a operação inteligente do campus e facilita o processo de ensino/aprendizagem. Essa conveniência significa que as partes interessadas podem colocar mais foco nas atividades de aprendizagem do que nas tarefas rotineiras de gerenciamento/administração. Em terceiro lugar, o reconhecimento emocional ou psicológico, que refere-se à capacidade de sistemas e tecnologias inteligentes detectarem, reconhecerem e interpretar emoções humanas e estados psicológicos, com base em várias fontes de dados, como imagens faciais, linguagem corporal, voz e outras informações biométricas.

Isso pode ser útil em diversas aplicações, como em sistemas de ensino adaptativos, onde a tecnologia pode monitorar o engajamento dos alunos e ajustar o conteúdo de acordo com as suas emoções e níveis de atenção. Também pode ser aplicado em serviços de suporte ao estudante, onde a tecnologia pode identificar alunos em

situação de estresse ou ansiedade e fornecer recursos de apoio.

2.2 Smart Cities

Uma cidade inteligente é uma área geográfica bem definida, na qual tecnologias, como a Tecnologia da Informação e Comunicação, logística, produção de energia, e assim por diante, cooperam para criar benefícios para os cidadãos em termos de bem-estar, inclusão, participação e qualidade. São sistemas interagindo e usando energia, materiais, serviços e finanças para acelerar o desenvolvimento econômico e melhorar a qualidade de vida. Esses fluxos de interação são considerados inteligentes para o uso estratégico de infraestrutura e serviços e informação e comunicação com planejamento e gestão urbana para responder às necessidades sociais e econômicas da sociedade. De acordo com Cities in Motion Index (IESE, 2019) do Índice Cidades em Movimento da Escola de Negócios da Espanha, 9 dimensões indicam o nível de inteligência de uma cidade: governança, administração pública, urbanismo, tecnologia, meio ambiente, conexões internacionais, coesão social, capital humano e economia. Desenvolvimento inteligente é regido por um conjunto bem definido de assuntos, capaz de estabelecer as regras e políticas de governo e desenvolvimento da cidade.

Apesar de ser um conceito relativamente novo, o conceito de cidade inteligente tornou-se uma questão fundamental na discussão global do desenvolvimento sustentável e tem impulsionado um mercado global de soluções tecnológicas. De acordo com a Forbes Money, atualmente, as cidades dos países emergentes estão investindo bilhões de dólares em produtos e serviços inteligentes para apoiar o crescimento econômico e as necessidades materiais de uma nova geração. Ao mesmo tempo, os países desenvolvidos precisam melhorar a infraestrutura urbana existente para se manterem competitivos (FORBES MONEY, 2021). Na procura de soluções para este desafio, mais da metade das cidades europeias com mais de 100.000 habitantes têm ou estão a implementar iniciativas para se tornarem verdadeiramente smart cities.

Uma cidade inteligente possui algumas características que a diferencia das demais, como: (i) a utilização da infraestrutura de rede para melhorar a eficiência econômica e política e permitir o desenvolvimento social, cultural e urbano (Hollands, 2008); (ii) possui uma ênfase subjacente no desenvolvimento urbano conduzido pelos negócios (Hollands, 2008); (iii) um forte foco no objetivo de conseguir a inclusão social de vários residentes urbanos em serviços públicos (Caragliu et al., 2011); (iv) ênfase no papel crucial das indústrias de alta tecnologia e criativas no crescimento urbano de longo prazo; (v) uma profunda atenção ao papel do capital social e relacional no desenvolvimento urbano; e (vi) a sustentabilidade social e ambiental como um componente estratégico importante (Caragliu et al., 2011).

Chourabi et al. (2012) sugerem uma estrutura que pode ser usada para caracterizar uma cidade inteligente e projetar iniciativas que promovam essa visão, composta por fatores externos como governança, pessoas e

comunidades, ambiente natural, infraestrutura e economia e fatores internos como tecnologia, gestão e política. Contudo a tecnologia pode ser considerada como fator que, de alguma forma, influencia todos os outros fatores de sucesso na estrutura, devido ao fato de que muitas iniciativas de cidades inteligentes estejam utilizando intensivamente a tecnologia.

2.3 Smart Campus

O conceito de smart campus é baseado no conceito de smart cities. Considera-se um campus universitário como uma cidade que compartilha, em grande parte, os mesmos problemas, desafios e oportunidades de uma cidade convencional (TORRES-SOSPEDRA et al., 2015; DONG et al., 2016). Um smart campus é uma entidade de qualquer tipo que utiliza a tecnologia para apoiar sua infraestrutura e seus processos, com o fim de melhorá-los para as pessoas usarem. Ele não se limita a melhorar a infraestrutura das universidades por meio da tecnologia, pois seu fim principal é melhorar a qualidade da educação ministrada pelas instituições. Os pilares do smart campus são: Educação, Pessoas, Meio ambiente, Processos e Tecnologia (TORRES-SOSPEDRA et al., 2015; DONG et al., 2016).

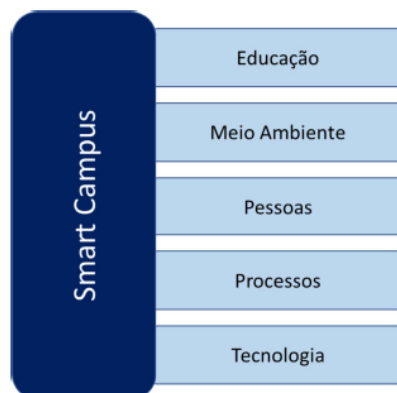


Figura 1: Pilares Smart Campus.

O smart campus pode ser considerado um sistema complexo e composto por vários elementos, tais como: usuários, edifícios e infraestrutura, por exemplo. Além disso, a ideia de campus inteligentes é ser construída para o benefício de professores, alunos e outros membros do campus, gerenciar recursos disponíveis e melhorar a experiência do usuário com serviços preventivos e proativos. Exemplos destes incluem, a recuperação de infra-estruturas técnicas, enriquecimento tecnologia e métodos de aprendizagem, tecnologia que permite comunicação constante entre estudantes e pesquisadores, ou seja, o conceito smart campus é uma explicação do conceito de ambiente inteligente, definido como ambiente físico com tecnologia de informação e comunicação inovadora e abrangente permitindo que as pessoas experimentem e interajam com ele espaço e dados gerados (J. ANTILA AND K ET AL., 2018). O smart campus é baseado na tecnologia da Internet das Coisas e sua finalidade e objetivo é alcançar uma gestão e atendimento

inteligentes no campus. Através da IoT, a combinação mútua de professores e alunos, oportunidades de aprendizagem e informações produzidas por instalações. Dez áreas são identificadas para o planejamento/dimensões do campus, nomeadas as seguintes: aprendizagem, administração, gestão, social, saúde, verde, energia, mobilidade, Tecnologia da Informação e Comunicação, segurança e infraestrutura. Outros aspectos que devem ser considerados ao definir o Smart Campus estão associados a leis, práticas, aspectos econômicos, análise de mercado e muitos outros processos organizacionais (L. KWOK. 2015).

Desta forma, pode-se dizer que as dimensões/aspectos de um smart campus se assemelham muito às dimensões de uma smart cities.

Quadro I - Planejamento/Dimensões de um *smart campus*.

Planejamento/ Dimensão	Descrição
Educação/ Aprendizagem	A educação é a principal razão para a existência do <i>campus</i> e a base principal do <i>campus</i> . Em um <i>campus</i> inteligente, essa dimensão é executada horizontalmente sobre todas as outras dimensões. Para tornar essa dimensão mais inteligente, os líderes devem trabalhar para lidar com as dificuldades que os alunos enfrentam ao longo de suas vidas acadêmicas e trabalhar para ajudá-los a se tornarem protagonistas de sua própria formação.
Recursos Naturais/ Verde	Um campus com inteligência ambiental é caracterizado por uma abordagem que busca maximizar a utilização de seus recursos, implementando tecnologias que possam promover mudanças culturais e sustentáveis na comunidade acadêmica.
Energia	Em termos de energia, um campus inteligente busca avaliar suas oportunidades de eficiência energética e fontes alternativas por meio de testes e capacitação de profissionais.
Mobilidade	No âmbito da mobilidade, um campus inteligente deve desenvolver projetos que visem

	solucionar a dinâmica de um ambiente urbano, promovendo opções de modais alternativos e incentivando o seu uso.
Tecnologia da Informação e Comunicação	Nesta dimensão, o objetivo é promover a integração da comunidade acadêmica com as tecnologias por meio de ferramentas e infraestruturas de comunicação, a fim de tornar a conectividade uma realidade no campus.
Segurança	Na perspectiva da segurança, as iniciativas em um campus inteligente devem ser direcionadas à proteção global da comunidade acadêmica e das instalações físicas do campus.
Edificações	Além de aplicar soluções tecnológicas modernas e ecologicamente corretas (como automação, eficiência energética e sustentabilidade) em seus edifícios, um campus inteligente busca conhecer projetos inovadores de materiais, processos e tecnologias de construções residenciais sustentáveis e de baixo custo ao redor do mundo, para adaptá-los às necessidades do país em que está localizado.
Saúde	Um campus inteligente disponibiliza serviços de saúde, tais como atendimento médico, odontológico, farmacêutico, psicológico, entre outros, com o objetivo de assegurar a saúde e o bem-estar de toda a comunidade acadêmica.
Social	Um campus inteligente busca promover a qualidade de vida da comunidade acadêmica por meio da integração de atividades culturais, de lazer, esportivas, de saúde e sociais no campus. São oferecidas atividades para estimular a criatividade dos alunos, a interação social entre os

	indivíduos, experiências de cidadania e o sentimento de pertencimento à comunidade.
Gestão/Governança/ Administração	A gestão de um campus inteligente estabelece diretrizes estratégicas e objetivos para garantir que as atividades de ensino, pesquisa e extensão sejam realizadas de forma colaborativa e democrática, envolvendo alunos, professores, funcionários e parceiros externos.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

3. ESTUDO ATUAL DO SMART CAMPUS NO BRASIL

Em julho de 2020, o artigo intitulado "SMART CAMPUS NO BRASIL: um estudo exploratório" identificou nove universidades no Brasil que possuem Smart Campus, sendo seis públicas e três privadas. O estudo constatou que, das nove universidades com Smart Campus, a maioria está localizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Além disso, foi observado que a implementação desses projetos ocorreu principalmente em universidades de grande porte e renome nacional. Entre os principais objetivos do Smart Campus, destacam-se a melhoria da segurança, a otimização do uso dos recursos e a promoção de um ambiente mais sustentável. No entanto, os pesquisadores apontaram a necessidade de investimentos contínuos para a manutenção e atualização dos sistemas, bem como a importância de uma gestão eficiente para garantir o sucesso dos projetos.

Em março de 2023, foi realizada, no contexto deste trabalho, uma nova pesquisa nos sites das 69 universidades federais brasileiras, no Google Scholar e na internet em geral, utilizando as palavras-chave "Smart Campus" ou "Smart Campus no Brasil". No entanto, não foram encontradas novas universidades que adotaram o conceito de Smart Campus desde a última pesquisa realizada em julho de 2020. Portanto, as nove universidades identificadas no estudo exploratório anterior ainda são as únicas que possuem Smart Campus no país, sendo seis instituições públicas e três privadas. Vale ressaltar que todas essas universidades estão localizadas nos estados de São Paulo e Minas Gerais, com exceção de três que estão na região nordeste e uma na capital federal.

O conceito de Smart Campus é uma área de pesquisa recente que se utiliza da tecnologia e infraestrutura para melhorar e apoiar processos nos serviços do campus, ensino, aprendizagem e pesquisa (ZHIHONG et al., 2018). No Brasil, os Smart Campus podem ser divididos em dois grupos quanto à forma de atuação: o primeiro grupo é centrado em grupos de pesquisa e o segundo grupo é centrado na administração superior da Universidade.

O principal objetivo dos Smart Campus é utilizar o campus como um laboratório ou protótipo de cidade para a aplicação de experimentos pelos pesquisadores. Apesar de

as instituições de ensino superior serem um campo de experimentação para as ciências, nem sempre os resultados ou soluções são aplicados no próprio campus (LUCILENE K. L. BANDEIRA, MÁRIO S. A. NETO E ADELAIDE HELENA; 2020). Desta forma, o campus (ou cidade universitária) torna-se uma plataforma desenvolvida para experimentos centrados na experiência real do usuário do campus, e seus resultados podem ser extrapolados para o ambiente urbano de uma cidade real.

O Quadro II apresenta o resultado de uma pesquisa com o nome e sigla das instituições, data de criação, setor de atuação e localização geográfica dos Smart Campus em funcionamento.

Quadro II - Pesquisa smart campus no Brasil

Instituição	Ano de Criação	Setor	Local
Faculdade de Engenharia de Sorocaba (Facens)	2015	Privado	Sorocaba - SP
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN-Campus Central)	2016	Público	Natal - RN
Universidade de São Paulo (USP-Campus Ribeirão Preto)	2017	Público	Ribeirão Preto - SP
Universidade Federal do Ceará (UFC-Campus do Pici)	2017	Público	Fortaleza - CE
Instituto Mauá de Tecnologia (IMT)	2018	Privado	São Caetano do Sul - SP
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	2018	Público	Campinas - SP
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG-Campus Sede)	2019	Público	Campina Grande - PB
Universidade de Brasília (UNB)	2019	Público	Brasília - DF

Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL)	2020	Privado	Santa Rita do Sapucaí - MG
---	------	---------	----------------------------

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os smart campus formalizados no Brasil são gerenciados em parcerias entre as prefeituras universitárias e as faculdades de tecnologia, engenharia, centros de pesquisa ou institutos da própria instituição. Eles têm como objetivo principal a modernização da gestão pública universitária, com foco na gestão de energia elétrica, segurança e proteção, gestão de água e esgoto, qualidade de vida e outros serviços. Esses projetos são baseados na colaboração da comunidade universitária e no uso de tecnologias IoT para melhorar a qualidade dos serviços e gerar dados gerenciais.

Embora o número de smart campus identificados no Brasil seja pequeno, sua existência levanta questões sobre a gestão híbrida desses projetos. É importante ressaltar que o conhecimento em tecnologias IoT é um elemento crucial na gestão de smart campus, como identificado na literatura. O smart campus é um ambiente integrado e baseado na internet das coisas, que promove a intelectualização, aprendizado e convivência dos usuários. Ele é caracterizado como uma plataforma integrada de serviços de informação, aberta, inovadora, colaborativa e inteligente (YANG et al. 2018).

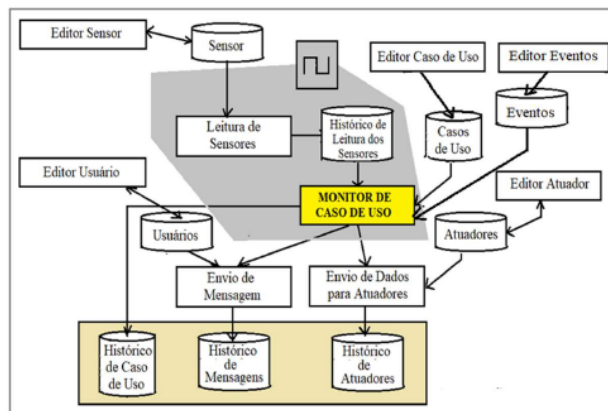
4. CONCEITOS APLICADOS E ANÁLISE CRÍTICA DO QUE EXISTE NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CAMPUS IV

Foi realizada uma pesquisa em vários setores do campus universitário para identificar as iniciativas que caracterizam um Smart Campus em uso atualmente. Os resultados da análise indicaram que a única atividade que se enquadra nessa categoria atualmente em prática é o gerenciamento parcial de consumo de energia elétrica. A Universidade Federal da Paraíba - Campus IV tem implementado uma solução que se enquadra no conceito de Smart Campus, como o monitoramento e gerenciamento do consumo de energia elétrica em dois de seus blocos: o bloco das coordenações e o bloco dos laboratórios. Essa iniciativa é coordenada pelo professor Joelson Nogueira e envolve a utilização de um sistema de gerenciamento de energia elétrica baseado em sensores remotos.

O sistema de gerenciamento de energia elétrica utilizado pela UFPB - Campus IV é composto por um transceptor, um controlador e atuadores que trabalham em conjunto para garantir a eficiência energética dos blocos monitorados. O processo começa com um sensor transdutor que capta o sinal físico e envia para o condicionador de sinais. Em seguida, o sinal é enviado para o conversor AC/DC e posteriormente para os controladores,

atuadores e transceptores que enviam o sinal para um servidor e/ou clientes.

O sistema é capaz de capturar dados em tempo real sobre o consumo de energia elétrica em cada um dos blocos e analisá-los por meio de um algoritmo que considera situações previstas para inferir respostas que são então enviadas na forma de sinais de controle para atuadores e/ou mensagens para usuários, capazes de intervir no processo, individual ou coletivamente. O Diagrama do projeto aplicado pode ser visto abaixo:



Fonte: Material de apresentação do projeto.

Essa iniciativa de monitoramento e gerenciamento do consumo de energia elétrica é extremamente importante, pois a redução do consumo de energia elétrica é uma questão cada vez mais urgente para a sociedade como um todo. Além disso, essa iniciativa demonstra um compromisso da UFPB - Campus IV com a sustentabilidade e a eficiência energética, o que é um exemplo que outras instituições podem seguir.

Embora o monitoramento e gerenciamento do consumo de energia elétrica nos blocos das coordenações e dos laboratórios da UFPB - Campus IV seja um projeto promissor que se enquadra no conceito de Smart Campus, é importante destacar que ele é apenas um exemplo de aplicação em um único aspecto da gestão do campus. Para caracterizar verdadeiramente um Smart Campus é necessário implementar soluções tecnológicas em diversos setores, como segurança, mobilidade, iluminação, gestão de resíduos, entre outros. Além disso, é preciso integrar essas soluções em uma plataforma que permita a coleta, análise e compartilhamento de dados em tempo real, para que seja possível tomar decisões estratégicas baseadas em informações precisas e atualizadas. Dessa forma, embora o projeto de gerenciamento de energia elétrica na UFPB - Campus IV seja um passo importante rumo a um campus mais inteligente e sustentável, é necessário que outras soluções tecnológicas sejam implementadas e integradas em uma plataforma unificada para que se possa de fato caracterizar a universidade como um Smart Campus.

5. LEVANTAMENTO DAS AÇÕES DE SMART CAMPUS PROPOSTAS AO CCAE

5.1 Gestão de Energia Elétrica

O CCAE (Centro de Ciência Aplicada e Educação) é um campus universitário que abriga salas de aulas, laboratórios, estacionamentos, biblioteca, área administrativa e áreas livres. Como parte de sua responsabilidade ambiental e financeira, a proposta para o CCAE é implementar um sistema de gerenciamento de energia elétrica que possa monitorar e controlar o consumo de energia em suas instalações. Essa implementação seria uma continuidade do monitoramento que já existe no CCAE, tornando-o mais completo.

Para implementar o sistema de gerenciamento de energia elétrica, serão necessários os seguintes equipamentos:

1. **Medidores de energia elétrica:** Os medidores serão instalados em cada sala de aula, laboratório, estacionamento e área livre para medir o consumo de energia elétrica em tempo real. Os dados coletados pelos medidores serão transmitidos por fio ou por rede sem fio para o software de gerenciamento de energia elétrica.
2. **Controladores de energia elétrica:** Os controladores serão instalados em cada sala de aula, laboratório, estacionamento e área livre para controlar o consumo de energia elétrica em tempo real. Os controladores permitirão que o consumo de energia elétrica seja ajustado de acordo com as necessidades de cada instalação.
3. **Sensores de presença e luminosidade:** Os sensores serão instalados em cada sala de aula, laboratório, estacionamento e área livre para detectar a presença de pessoas e ajustar a iluminação de acordo com as necessidades. Os sensores permitirão que a iluminação seja ajustada automaticamente de acordo com as necessidades, reduzindo o consumo de energia elétrica.
4. **Software de gerenciamento de energia elétrica:** O software será instalado em um servidor local ou em um serviço de nuvem. O software será usado para coletar, analisar e visualizar os dados de consumo de energia elétrica de cada instalação, permitindo que o CCAE tome decisões informadas sobre como reduzir o consumo de energia.

Os resultados do sistema de gerenciamento de energia elétrica serão apresentados ao CCAE por meio de um painel de controle personalizado criado pelo software de gerenciamento de energia elétrica. O painel de controle permitirá que o CCAE visualize o consumo de energia

elétrica em tempo real, identifique áreas de alto consumo de energia e tome medidas para reduzir o consumo.

O painel de controle incluirá os seguintes recursos:

1. **Gráficos e tabelas:** Os gráficos e tabelas permitirão que o CCAE visualize o consumo de energia elétrica em tempo real, bem como o consumo de energia ao longo do tempo.
2. **Alertas:** O sistema de gerenciamento de energia elétrica pode ser configurado para enviar alertas por e-mail ou mensagem de texto para informar o CCAE quando o consumo de energia elétrica ultrapassar um limite pré-determinado.
3. **Relatórios:** O sistema de gerenciamento de energia elétrica pode gerar relatórios diários, semanais ou mensais sobre o consumo de energia elétrica, identificando áreas de alto consumo e sugerindo medidas para reduzir o consumo.

Ao implementar um sistema de gerenciamento de energia elétrica no CCAE, o campus pode obter os seguintes benefícios:

1. **Redução do consumo de energia elétrica:** O sistema de gerenciamento de energia elétrica permitirá que o CCAE identifique áreas de alto consumo de energia e tome medidas para reduzir o consumo, economizando dinheiro em contas de energia elétrica.
2. **Melhoria da sustentabilidade ambiental:** A redução do consumo de energia elétrica resultará em uma redução nas emissões de carbono, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.
3. **Melhoria do conforto e segurança dos alunos e funcionários:** O sistema de gerenciamento de energia elétrica permitirá que a iluminação seja ajustada automaticamente de acordo com as necessidades, melhorando o conforto e a segurança dos alunos e funcionários.

A implementação de um sistema de gerenciamento de energia elétrica no CCAE pode resultar em uma redução significativa no consumo de energia elétrica, economizando dinheiro em contas de energia elétrica e contribuindo para a sustentabilidade ambiental. Além disso, o sistema de gerenciamento de energia elétrica pode melhorar o conforto e a segurança dos alunos e funcionários do campus.

5.2 Gestão de Água e Esgoto

O CCAE pode implementar um sistema de gestão de água e esgoto para reduzir o consumo de água e minimizar a quantidade de água e esgoto descartados pelo campus. O sistema será composto de dispositivos de medição, sistemas de controle e monitoramento em tempo real, e software de gerenciamento.

Equipamentos a serem utilizados:

1. **Medidores de água:** O sistema incluirá medidores de água em todas as áreas do CCAE que usam

água, como banheiros, cozinhas e jardins. Os medidores de água permitirão que o campus monitore o consumo de água em tempo real e identifique áreas de alto consumo.

2. **Sensores de nível de esgoto:** O sistema incluirá sensores de nível de esgoto em todas as áreas do CCAE que geram esgoto. Os sensores de nível de esgoto permitirão que o campus monitore o nível de esgoto em tempo real e evite que as tubulações transbordem.
3. **Sistemas de controle e monitoramento:** O sistema de gestão de água e esgoto incluirá sistemas de controle e monitoramento em tempo real para otimizar o uso da água e minimizar o desperdício. Os sistemas de controle e monitoramento incluirão válvulas de descarga automática, sistemas de irrigação automáticos e outros dispositivos para monitorar e controlar o uso da água.
4. **Software de gerenciamento:** O sistema de gestão de água e esgoto incluirá software de gerenciamento para coletar, analisar e visualizar os dados de consumo de água e esgoto em tempo real. O software permitirá que o CCAE monitore o consumo de água e esgoto, identifique áreas de alto consumo e tome medidas para reduzir o consumo e minimizar o desperdício.

Como funciona o sistema:

Os medidores de água e sensores de nível de esgoto estarão conectados a um sistema central de controle e monitoramento que coletará e analisará os dados em tempo real. Com base nos dados coletados, o sistema de gestão de água e esgoto ajustará automaticamente a quantidade de água fornecida para diferentes áreas do CCAE. As válvulas de descarga automática e sistemas de irrigação automáticos serão ativados ou desativados automaticamente para evitar o desperdício de água.

O sistema de gerenciamento de água e esgoto também incluirá um painel de controle para permitir que o CCAE monitore o consumo de água e esgoto em tempo real. O painel de controle incluirá os seguintes recursos:

1. **Gráficos e tabelas:** Os gráficos e tabelas permitirão que o CCAE visualize o consumo de água em tempo real, bem como o consumo de água ao longo do tempo.
2. **Alertas:** O sistema de gerenciamento de água e esgoto pode ser configurado para enviar alertas por e-mail ou mensagem de texto para informar o CCAE quando o consumo de água ultrapassar um limite pré-determinado.
3. **Relatórios:** O sistema de gerenciamento de água e esgoto pode gerar relatórios diários, semanais ou mensais sobre o consumo de água e esgoto, identificando as áreas de alto consumo e as áreas que tiveram melhorias significativas.

Para a instalação do sistema de gestão de água e esgoto exigirá a contratação de uma empresa especializada na instalação de sistemas de gestão de

energia e água. A instalação incluirá a colocação de medidores de água e sensores de nível de esgoto em todas as áreas relevantes do campus, bem como a instalação de sistemas de controle e monitoramento e software de gerenciamento. Também será atribuída da empresa o treinamento inicial da equipe do CCAE para operação e monitoramento do sistema e equipamentos para que a equipe possa monitorar o consumo de água e esgoto, como interpretar os dados coletados pelo sistema e como fazer ajustes no sistema para reduzir o consumo de água. A partir desse treinamento a equipe do CCAE se tornará um agente multiplicador para novos membros que venham a fazer parte da equipe.

Além disso, a manutenção regular do sistema será necessária para garantir que os medidores de água, sensores de nível de esgoto e sistemas de controle e monitoramento estejam funcionando corretamente. A manutenção incluirá a verificação regular dos dispositivos de medição e a substituição de quaisquer dispositivos que estejam com defeito ou quebrados.

Benefícios do sistema:

A implementação de um sistema de gestão de água e esgoto terá vários benefícios para o CCAE, incluindo:

1. **Redução do consumo de água:** O sistema de gestão de água e esgoto permitirá que o CCAE monitore o consumo de água em tempo real e tome medidas para reduzir o consumo de água em áreas de alto consumo.
2. **Redução do desperdício de água:** O sistema de controle e monitoramento permitirá que o CCAE evite o desperdício de água, desativando sistemas de irrigação e válvulas de descarga automaticamente quando não estiverem em uso.
3. **Melhoria na qualidade do esgoto:** O sistema de gestão de água e esgoto permitirá que o CCAE monitore o nível de esgoto em tempo real e evite o transbordamento das tubulações, melhorando a qualidade do esgoto.
4. **Economia de custos:** A redução do consumo de água e o desperdício de água levarão a uma redução nos custos de água para o CCAE.

5.3 Gestão de Segurança

A segurança é uma preocupação importante em qualquer campus universitário, e no Centro de Ciência Aplicada e Educação (CCA), não é diferente. Para garantir a segurança dos alunos, professores e funcionários do campus, é necessário um sistema de segurança robusto e eficaz. Nesta proposta, apresentaremos um sistema de segurança com reconhecimento de imagem por Inteligência Artificial (IA) que pode ajudar a melhorar a segurança no CCAE.

Equipamentos a serem utilizados:

1. **Câmeras de segurança:** Serão instaladas câmeras com capacidade de captura de vídeo de alta resolução e com recursos de reconhecimento de imagem por IA. Essas câmeras devem ser

posicionadas em pontos estratégicos do campus, como entradas de edifícios, áreas comuns, estacionamentos, entre outros locais relevantes para a segurança.

2. **Servidor central:** Será necessário um servidor central para processar as imagens capturadas pelas câmeras de segurança. Esse servidor deve ter capacidade de processamento suficiente para executar o software de reconhecimento de imagem por IA de forma eficiente e em tempo real.
3. **Software de reconhecimento de imagem por IA:** O software de reconhecimento de imagem por IA será instalado no servidor central e será responsável por analisar as imagens capturadas pelas câmeras de segurança. Esse software deve ser capaz de comparar as imagens em tempo real com o banco de dados de imagens autorizadas.
4. **Banco de dados de imagens autorizadas:** O sistema requer um banco de dados contendo imagens de alunos, professores e funcionários autorizados. Essas imagens serão usadas como referência para a identificação de pessoas nas imagens capturadas pelas câmeras. É importante garantir a precisão e a segurança das informações no banco de dados, além de cumprir as regulamentações de privacidade e proteção de dados.

Como funciona o sistema:

O sistema de segurança com reconhecimento de imagem por IA no campus do Centro de Ciência Aplicada e Educação (CCAEE) funciona da seguinte maneira:

O sistema é composto por câmeras de segurança instaladas em locais estratégicos, como entradas de edifícios e áreas comuns do campus. Essas câmeras capturam imagens em tempo real e as enviam para um servidor central. No servidor central, um software de reconhecimento de imagem por IA processa as imagens recebidas. Esse software utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para analisar as características das imagens e extrair informações relevantes. O próximo passo é comparar as imagens capturadas com um banco de dados de imagens autorizadas. Esse banco de dados contém imagens de alunos, professores e funcionários do CCAEE que são considerados pessoas autorizadas no campus. O software de reconhecimento de imagem compara as características das imagens capturadas com as imagens armazenadas no banco de dados, em busca de correspondências. Se uma correspondência é encontrada, significa que a pessoa identificada pela câmera é uma pessoa autorizada e não são acionados alertas. No entanto, se a pessoa capturada pelas câmeras não está presente no banco de dados de imagens autorizadas, o sistema aciona um alerta para a equipe de segurança. A equipe de segurança recebe o alerta e pode tomar as medidas apropriadas de acordo com a situação. Isso pode incluir investigar a presença da pessoa suspeita, enviar uma equipe ao local ou entrar em contato com a pessoa para verificar sua identidade.

Além disso, o sistema de reconhecimento de imagem por IA pode ser integrado a outros sistemas de

segurança, como sistemas de alarme e detecção de incêndio. Essa integração permite uma resposta mais rápida e coordenada em caso de emergência. Para manter a precisão do sistema, é importante atualizar periodicamente o banco de dados de imagens autorizadas. Isso pode ser feito por meio da captura de novas imagens ou da integração com outros sistemas que mantenham registros atualizados de alunos, professores e funcionários. É crucial enfatizar que a privacidade dos indivíduos é protegida em todas as etapas do processo. As imagens coletadas são usadas exclusivamente para fins de segurança e são tratadas de acordo com as leis e regulamentos de privacidade aplicáveis. Medidas de segurança adequadas são implementadas para proteger as informações no banco de dados e obter o consentimento apropriado dos indivíduos envolvidos.

Benefício do sistema:

A implementação de um sistema de segurança com reconhecimento de imagem por IA trará diversos benefícios significativos para o Centro de Ciência Aplicada e Educação (CCAEE) e seus membros:

1. **Aumento da segurança:** O sistema de reconhecimento de imagem por IA proporciona um aumento significativo na segurança do campus. Ao monitorar as áreas públicas por meio das câmeras de segurança, o sistema pode identificar rapidamente possíveis ameaças ou indivíduos não autorizados. Isso permite uma resposta rápida e eficaz por parte da equipe de segurança, minimizando o risco de incidentes de segurança.
2. **Redução do crime:** Com a presença de um sistema de reconhecimento de imagem por IA, o campus do CCAEE se torna menos atraente para criminosos. A capacidade de identificar pessoas não autorizadas ou comportamentos suspeitos inibe a ocorrência de crimes, como roubos, vandalismo e intrusões.
3. **Aumento da eficiência da equipe de segurança:** O sistema de reconhecimento de imagem por IA permite que a equipe de segurança do campus atue de maneira mais eficiente. As câmeras de segurança monitoram constantemente as áreas, permitindo a detecção imediata de atividades suspeitas. A equipe pode responder prontamente a alertas do sistema, investigar situações de segurança e tomar medidas adequadas para garantir a segurança de todos.
4. **Melhoria da privacidade:** O sistema de reconhecimento de imagem por IA é instalado apenas em áreas públicas do campus, preservando a privacidade dos alunos, professores e funcionários do CCAEE. As imagens capturadas são usadas exclusivamente para fins de segurança e são tratadas de acordo com as leis e regulamentos de privacidade aplicáveis. Isso garante que as informações pessoais sejam protegidas adequadamente.
5. **Integração com outros sistemas de segurança:** O sistema de reconhecimento de imagem por IA

pode ser integrado a outros sistemas de segurança existentes no campus, como sistemas de alarme e detecção de incêndio. Essa integração permite uma resposta mais rápida e coordenada em caso de emergências, otimizando a segurança geral do campus.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rápida evolução da tecnologia e a proliferação de dispositivos inteligentes têm transformado a maneira como nos comunicamos e interagimos em todos os aspectos da vida, incluindo o ambiente acadêmico. A expansão do design de ambientes impulsionada pela inclusão desses dispositivos resultou na concepção do conceito de smart campus. Este estudo exploratório teve como objetivo compreender o que é um smart campus, suas finalidades, potencialidades e fragilidades, bem como examinar o estado atual no Brasil, com foco específico no Campus IV da UFPB.

A análise crítica realizada revelou que o Campus IV da UFPB já possui elementos que podem ser considerados parte de um smart campus, porém, ainda há lacunas a serem preenchidas para que ele se torne realmente um ambiente totalmente inteligente. Com base nessa análise, foram propostas ações para aprimorar o que já existe e implementar novas medidas que podem contribuir para tornar o Campus IV da UFPB um smart campus efetivo.

A implementação de um smart campus traz consigo uma série de benefícios, como aprimoramento do ensino e aprendizagem, segurança aprimorada, gestão eficiente de informações e dados, além de proporcionar uma experiência mais integrada e personalizada para os estudantes e funcionários. O aprimoramento do ensino e gestão são a partir das ações propostas na implementação de um smart campus ocorre de várias maneiras.

1. **Personalização do ensino:** Com a coleta de dados em tempo real, é possível obter informações detalhadas sobre o desempenho dos alunos. Esses dados podem incluir resultados de avaliações, participação em atividades, preferências de aprendizagem e até mesmo dados biométricos, como frequência cardíaca e padrões de sono. Com base nesses dados, os educadores podem personalizar o ensino de acordo com as necessidades individuais de cada aluno, oferecendo suporte adicional ou desafios mais avançados.
2. **Acesso a recursos educacionais avançados:** Um smart campus oferece tecnologias inovadoras, como dispositivos móveis, painéis interativos e ambientes de aprendizagem virtuais. Isso permite que os alunos acessem recursos educacionais avançados, como aplicativos educacionais, vídeos interativos, simuladores e bibliotecas digitais. Esses recursos podem enriquecer a experiência de aprendizagem, tornando-a mais envolvente e acessível.

3. **Colaboração e interação facilitadas:** Com a conectividade e as plataformas digitais disponíveis em um smart campus, os alunos podem colaborar de forma mais eficiente com seus colegas e professores. Por exemplo, eles podem participar de fóruns online, salas de bate-papo ou grupos de estudo virtuais, compartilhando ideias, debatendo tópicos e trabalhando juntos em projetos. Isso promove a interação e o aprendizado colaborativo, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades de comunicação e trabalho em equipe.
4. **Monitoramento e feedback contínuos:** Com a infraestrutura tecnológica presente em um smart campus, é possível monitorar o progresso dos alunos em tempo real. Os educadores podem receber informações atualizadas sobre o desempenho dos alunos, identificar áreas de dificuldade e fornecer feedback imediato. Isso permite ajustes rápidos na abordagem de ensino, auxiliando os alunos a superar desafios e aprimorar seu aprendizado de forma mais eficaz.

No entanto, é importante estar ciente das fragilidades associadas, como a dependência de infraestruturas tecnológicas robustas, a preocupação com a privacidade e segurança dos dados, além dos desafios de integração e adoção de novas tecnologias. À medida que avançamos para um futuro cada vez mais conectado, é crucial que as instituições de ensino estejam preparadas para abraçar as mudanças trazidas pelos dispositivos inteligentes e pelo conceito de smart campus. Investir em infraestrutura tecnológica adequada, capacitação de pessoal e políticas de segurança robustas são passos essenciais nessa jornada. Além disso, é necessário um contínuo monitoramento e avaliação para garantir que os benefícios sejam alcançados e que os potenciais desafios sejam mitigados.

Além das propostas previamente mencionadas no artigo, é possível identificar outras iniciativas que podem ser implementadas no Campus IV da UFPB para promover um smart campus: Colaboração e Aprendizagem Interativa, Mobilidade Inteligente e Conectividade e Acesso Digital. Em resumo, o estudo sobre smart campus e sua aplicação específica no Campus IV da UFPB destaca a importância de adaptar as instituições acadêmicas às demandas de um mundo digitalmente conectado. O futuro do ensino superior envolve a criação de ambientes inteligentes que visem à eficiência, segurança e qualidade educacional. Com a implementação das ações propostas neste trabalho, espera-se que o Campus IV da UFPB se torne um modelo exemplar de smart campus, servindo de inspiração para outras instituições em sua busca por um ensino superior mais inteligente e inovador.

REFERÊNCIAS

- [1] ABUARQOUB, A. et al. A survey on the internet of things enabled smart campus applications. In: Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems (ICFNDs), Cambridge, UK, 2017.

- [2] ANTILA, J.; JUSSILA, K. Universities and smart cities: the challenges to high quality. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 9-10, n. 29, p. 1-16, 2018.
- [3] BALDASSARRE, M. T. et al. Cloud computing for education: a systematic mapping study. *IEEE Transactions on Education*, v. 61, n. 3, p. 234-244, 2018.
- [4] BASSI, A.; HORN, G. Internet of Things in 2020: A Roadmap for the Future. *European Commission: Information Society and Media*, v. 22, p. 97-114, 2008.
- [5] BENEDITO-BORDONAU, M. et al. Uji Smart campus: un ejemplo de integración de recursos em la Universitat Jaume I de Castelló. In: *JIIIDE 2013, Toledo. Anais das IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales*, Toledo: Centro Nacional de Información Geográfica, 2013, p. 1-12.
- [6] CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, v. 18, n. 2, p. 65-82, 2011.
- [7] EASTERLING, K. An Internet of Things. *E-flux Journal*, v. 31, 2012.
- [8] HOLLANDS, R. G. Will the real smart city please stand up? *City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action*, v. 12, n. 3, p. 303-320, 2008.
- [9] IESE CITIES IN MOTION INDEX 2019. Disponível em: <IESE Cities in Motion Index 2019 - Cities in Motion>. Acesso em: 01 de março de 2023.
- [10] KWOK, L. A vision for the development of i-campus. *Smart Learn*, v. 2, n. 1, p. 2, 2015.
- [11] LEITE, C.; AWAD, J. C. M. *Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes: Desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- [12] LIU, D. et al. *Smart learning in smart cities*. Springer, Singapore, 2017.
- [13] QIN, Y. et al. When things matter: A survey on data-centric internet of things. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 64, p. 137-153, 2016.
- [14] RCSC- RANKING CONNECTED SMART CITIES (2019) Construção de Cidades mais Inteligentes, Humanas e Sustentáveis. Disponível em: <Ranking Connected Smart Cities | Conheça os resultados da 8ª edição>. Acesso em: 01 de março de 2023.
- [15] SÁNCHEZ TORRES, B. et al. Smart Campus: Trends in cybersecurity and future development. *Revista Facultad de Ingeniería, Tunja, Boyacá*, v. 27, n. 47, p. 93.