

# ***INICIAÇÃO DO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DO CAMPUS ARACATI EM UM CAMPUS INTELIGENTE***

## **INITIATION OF THE PROCESS OF TRANSFORMING THE ARACATI CAMPUS INTO A SMART CAMPUS**

Francisco Everton Lima da Silva\*

Felipe Bastos Nunes\*\*

### **RESUMO**

A crescente tendência na criação de *Smart Campuses* vem sendo fomentada por pesquisas realizadas na área e com os projetos que estão sendo implementados em diversos lugares, que são usados como meio de obter informações e validar teorias a respeito do assunto. No trabalho apresentado é realizada uma análise sobre os aspectos a respeito dos *Smart Campuses*, onde é feito um estudo sobre as características intrínsecas do IFCE Campus Aracati permitindo projetar e elaborar um protótipo que sirva como base para a iniciativa de um Campus Inteligente Aracati. O protótipo elaborado tem como objetivo o gerenciamento de recursos físicos como hardware ou locais para estudo, a fim de potencializar a capacidade que organização tem como um local para pesquisa, ensino e estudo.

**Palavras-chave:** Campus Inteligente. Cidade Inteligente. *iManagement*.

### **ABSTRACT**

The growing trend in the development of Smart Campuses has been driven by research in the field and projects implemented in various locations, which serve as a means to gather information and validate theories on the subject. This work presents an analysis of the aspects related to Smart Campuses, conducting a study on the intrinsic characteristics of the IFCE Aracati Campus to design and develop a prototype that serves as the foundation for the Aracati Smart Campus initiative. The developed prototype aims to manage physical resources, such as hardware or study spaces, to enhance the institution's capacity as a hub for research, teaching, and learning.

**Keywords:** Smart Campus, Smart City. *iManagement*.

---

\* Discente do Bacharelado em Ciência da Computação.

\*\* Possui Especialização em Docência no Ensino Técnico pelo Centro Universitário Senac.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a rápida urbanização e os avanços tecnológicos transformaram profundamente a maneira como as cidades funcionam e interagem com seus habitantes. Nesse cenário, o conceito de *Smart City* (Cidade Inteligente) surgiu como uma abordagem inovadora para enfrentar os desafios urbanos e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Uma *Smart City* não se define apenas pela presença de tecnologias avançadas, mas pelo uso estratégico dessas tecnologias para otimizar a infraestrutura, os serviços prestados, a sustentabilidade e a participação ativa da população (CUNHA et al., 2016).

As *Smart Cities* representam um esforço multidimensional para criar ambientes urbanos mais eficientes, conectados e orientados para o futuro. Esse conceito envolve a integração de sistemas de tecnologia da informação, comunicações, sensores e dados em uma rede que possibilita uma gestão mais eficaz dos recursos urbanos. Além disso, a interconectividade digital abre oportunidades para envolver os cidadãos de forma mais direta, promovendo a participação ativa na tomada de decisões e no desenvolvimento da cidade. O objetivo final é melhorar a qualidade de vida dos moradores, aumentar a eficiência operacional e reduzir o impacto ambiental negativo.

Seguindo as mesmas premissas, surgiu o conceito de *Smart Campus* (Campus Inteligente) Dong et al. (2020), que propõe o uso de tecnologias para melhorar a qualidade de vida das pessoas que interagem com o Campus. Os *Smart Campuses* aplicam soluções tecnológicas para aprimorar a experiência de alunos, professores e funcionários, além de otimizar a gestão de recursos, a segurança, o transporte e outras operações no ambiente universitário. Esses esforços visam criar espaços de aprendizado mais eficazes, seguros e convenientes. Para que essa iniciativa funcione, é fundamental o envolvimento de diferentes partes interessadas, como alunos, professores, funcionários, pais e possíveis financiadores.

Para realçar as características de um *Smart Campus*, é necessário considerar seis domínios de inteligência que uma universidade deve possuir: *iLearning*, *iGovernance*, *iGreen*, *iHealth*, *iSocial* e *iManagement*. O *iLearning* concentra-se nos processos de aprendizagem nas universidades, envolvendo professores e estudantes como atores principais. O *iGovernance* diz respeito à governança universitária responsável, voltada para atender às necessidades das partes interessadas. Já o *iGreen* aborda o conceito de 'Campus verde', com foco na redução da poluição por carbono no ambiente universitário. O *iHealth* refere-se aos aspectos de saúde dos residentes do Campus, buscando garantir, monitorar e manter o bem-estar da comunidade. O domínio *iSocial* surge em função do uso crescente das redes sociais no ambiente universitário. Por fim, o *iManagement* trata da gestão geral da universidade (MUHAMAD et al., 2017).

No que diz respeito ao *iManagement*, esse domínio abrange as instalações e infraestruturas da universidade, bem como as pessoas que circulam no Campus, incluindo funcionários, professores, estudantes e visitantes. Também envolve a gestão inteligente dos edifícios, como a regulação automatizada da temperatura, o controle automático da iluminação e o acesso às portas conforme as permissões estabelecidas (MUHAMAD et al., 2017).

Com o objetivo de iniciar o processo de transformação do Campus Aracati em um *Smart Campus*, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo voltado para o domínio do *iManagement*. Esse protótipo visa gerenciar e catalogar os recursos de informática, como *notebooks*, computadores, sensores, microcontroladores e impressoras 3D, além dos espaços de estudo, como os laboratórios de informática e as salas da biblioteca do Campus. A proposta busca maximizar o potencial do Campus, oferecendo aos alunos melhores condições para estudar e realizar pesquisas. Além disso, o protótipo pretende funcionar como uma ponte entre a administração do Campus e os estudantes no que se refere ao estado dos recursos, podendo auxiliar na tomada de decisões sobre aquisição de equipamentos, realocação de itens ou necessidade de manutenção.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Em Neves et al. (2017) foi elaborado um estudo de caso sobre a iniciativa de um *Smart Campus* na Universidade Federal do Pará (UFPA), baseada em um *framework* conceitual da Universidade de Sapienza, Itália (ALGHAMDI; SHETTY, 2016). O trabalho incluiu um planejamento preliminar para identificar os desafios e as potencialidades do local, o refinamento do material coletado e a análise dos dados obtidos, o que possibilitou sua categorização e contribuiu para a definição das melhores estratégias a serem aplicadas em cada área identificada. Em consonância com o *framework*, o projeto inicial foi desenvolvido na área de Mobilidade, por meio da criação de uma plataforma móvel para dispositivos *Android*, denominada *Smart UFPA*. Essa plataforma representou o primeiro passo da iniciativa, oferecendo uma solução alternativa para facilitar o cotidiano da comunidade acadêmica, ao disponibilizar informações úteis sobre os locais e serviços da universidade.

Já em Febriyanto et al. (2017) é destacada a atuação do *iLearning* na Universidade de Raharja, na Indonésia, por meio do *iLearning Education* (iDu), utilizado como meio de interação entre alunos e docentes, e do *iLearning Media* (iMe), que funciona como a mídia de apoio às atividades de aprendizagem baseadas nos métodos do *iLearning Education*. Buscando evitar problemas como estresse e alienação dos alunos, causados pelo excesso de informação e pela complexidade das atividades do Campus, foi desenvolvido um instrumento de medição denominado *Viewboard*, capaz de avaliar a validade dos sistemas quanto à qualidade e à eficácia do ensino. O *Viewboard* também incorpora recursos de *Business Intelligence* para aprimorar a avaliação de alunos e professores, além de fornecer dados relevantes sobre o desenvolvimento das partes analisadas.

Na pesquisa conduzida em universidades da Malásia Musa, Ismail e Fudzee (2021) sobre a implementação de *Smart Campus*, destaca-se que o uso de inteligência tecnológica contribui para proporcionar melhores experiências e benefícios aos alunos e demais partes interessadas. O estudo também aponta o crescimento dessas iniciativas em todo o mundo e ressalta as diferenças entre elas, decorrentes dos distintos objetivos e estruturas das universidades envolvidas. Como diretriz, foi utilizado um *framework* baseado em seis domínios: *iLearning*, *iGreen*, *iManagement*,

*iHealthcare*, *iGovernance* e *iCommunity* Ng et al. (2010), Muhamad et al. (2017).

A pesquisa sintetiza e analisa a literatura existente para apresentar um panorama atualizado dos principais resultados observados na Malásia. Entre as cinco universidades analisadas, foram identificadas 112 iniciativas relacionadas à implementação de *Smart Campuses*. O domínio do *iManagement* se destacou, representando 58% dessas iniciativas, seguido pelo *iLearning*, com 13%. A maioria das universidades concentrou seus esforços iniciais na gestão inteligente, devido à necessidade de realinhar as orientações e os objetivos institucionais. O sucesso nesse domínio tende a impulsionar significativamente a implementação dos demais aspectos do *Smart Campus*.

No artigo Villegas-Ch, Arias-Navarrete e Palacios-Pacheco (2020), os autores defendem que os *Smart Campuses* são ambientes propícios à interação entre as Tecnologias da Informação e Comunicação e os membros da comunidade acadêmica, formando um ecossistema no qual todos os recursos do campus se concentram em atender às necessidades desses membros, sendo a qualidade do ensino uma das principais demandas. O estudo propõe o desenvolvimento de um modelo capaz de integrar a identificação e a avaliação de variáveis por meio da análise dos dados gerados pelos estudantes nos sistemas acadêmicos administrados por um *Smart Campus*. Em seguida, os resultados dessa análise são processados por uma ferramenta de Inteligência Artificial (IA) para auxiliar na tomada de decisões.

Como parte da proposta, foi desenvolvido um *Chatbot* que incorpora uma camada voltada para a *User Experience* (UX), responsável pela apresentação dos conteúdos e pela forma de comunicação com o usuário. O estudo conclui que a inclusão de um modelo de IA, por meio de um *Chatbot*, atende de maneira eficaz às necessidades dos estudantes em um *Smart Campus*.

O trabalho desenvolvido neste artigo tem como objetivo promover a transformação do Campus Aracati em um *Smart Campus*. Essa iniciativa envolve a construção de uma ferramenta *web* capaz de catalogar os recursos do campus e apresentá-los de forma simples, tanto para alunos quanto para professores, facilitando a divulgação dos recursos e criando uma base que poderá servir como fonte de informações para a administração do Campus. Destaca-se que os estudos citados no referencial teórico demonstram que um *Smart Campus* pode ser concebido por diferentes vertentes, devido à diversidade dos elementos e conceitos que compõem seu escopo.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Antes de abordar os termos *Smart City*, *Smart Campus* e outros relacionados à inteligência, é importante destacar que a palavra *smart* costuma descrever a capacidade de um objeto em apresentar a inteligência que lhe foi incorporada. O conceito de *smart* continua a se expandir, abrangendo não apenas objetos isolados, mas também aspectos mais amplos da vida humana, como *Smart City*, *Smart Campus*, *Smart Networks*, entre outros (MUHAMAD et al., 2017).

#### 3.1 *Smart City*

A noção de cidade inteligente começou a emergir no final do século XX, embora as origens do conceito possam ser rastreadas a períodos anteriores Townsend (2013). A urbanização

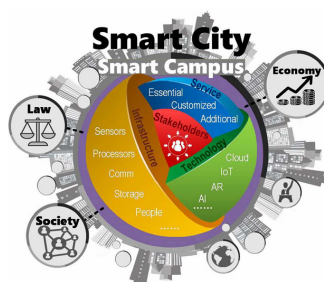
acelerada, o crescimento populacional e os desafios relacionados à infraestrutura, mobilidade e sustentabilidade nas cidades impulsionaram a busca por soluções inovadoras Cunha et al. (2016). O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação para melhorar a qualidade de vida urbana e a eficiência operacional passou a ser discutido no final dos anos 1990 e início dos anos 2000. O termo *Smart City* ganhou maior popularidade nesse período para designar cidades que utilizavam tecnologia para enfrentar tais desafios.

Logo após o surgimento do termo, as pesquisas sobre o tema começaram a crescer, como destacado no artigo de Yin et al. (2015), que menciona o projeto *Smarter Planet*, da IBM. Também se destacam definições como a proposta por Harrison et al., que descrevem uma cidade inteligente como uma cidade instrumentada, interligada e inteligente Harrison et al. (2010). Além disso, Giffinger e Gudrun apresentam seis características fundamentais a serem consideradas em uma cidade inteligente: economia, governança, ambiente, pessoas, mobilidade e qualidade de vida (GIFFINGER; GUDRUN, 2010).

Embora a *Smart City* seja uma abordagem eficiente para enfrentar os problemas encontrados em áreas urbanas, ainda não há um consenso definitivo sobre como implementar sua criação. Entretanto, como a base desse conceito envolve o uso de tecnologias e, apesar de não existirem cidades exatamente iguais, é possível identificar semelhanças presentes na maioria delas. Diversas abordagens adotadas para a construção de uma *Smart City* compartilham características comuns, tanto em relação ao foco de aplicação das tecnologias quanto aos próprios recursos tecnológicos utilizados.

Uma dessas abordagens, que destaca aspectos relevantes e a contribuição da IoT (*Internet of Things*), é apresentada no artigo Arasteh et al. (2016). No contexto da IoT, os dispositivos podem ser integrados com base na localização geográfica e avaliados por meio de sistemas de análise. Os serviços de sensores voltados à coleta de dados específicos podem ser aplicados em diversos projetos em andamento, como o monitoramento de ciclistas, veículos, estacionamentos públicos, entre outros. Há inúmeras aplicações baseadas em infraestrutura IoT que facilitam o funcionamento de serviços relacionados ao controle da poluição atmosférica e sonora, à mobilidade urbana e aos sistemas de vigilância. As principais características de uma *Smart City* podem ser visualizadas na Figura 1.

Figura 1 – Características de uma *Smart City*.



Fonte: (DONG et al., 2020)

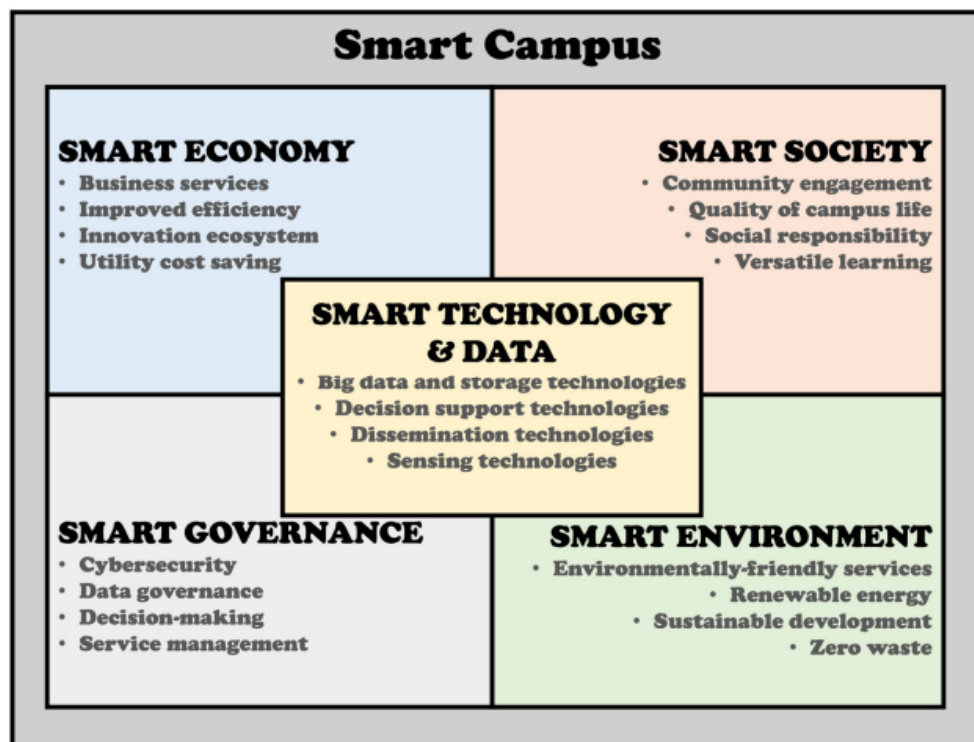
### 3.2 *Smart Campus*

O conceito de *Smart Campus* surgiu a partir da percepção de que as ideias aplicadas em uma *Smart City* também podem ser implementadas em uma universidade. Com o avanço das tecnologias digitais e o reconhecimento, por parte das instituições educacionais, do potencial dessas tecnologias para aprimorar as operações e a experiência dos alunos, o conceito de adaptar os princípios de uma cidade inteligente ao ambiente universitário ganhou força. A adoção de recursos como IoT, análise de dados, computação em nuvem e automação, com o objetivo de melhorar o cotidiano no campus, gerenciar recursos e criar ambientes de aprendizado mais eficientes, passou a ser amplamente discutida nas últimas duas décadas.

Em Imbar, Supangkat e Langi (2020), os autores destacam que as universidades podem ser consideradas pequenas cidades, pois, em muitos aspectos, enfrentam problemas semelhantes, como questões ambientais, de gestão, infraestrutura, uso de recursos e insatisfação das partes interessadas. Por esse motivo, os modelos de cidades inteligentes podem ser adaptados e aplicados aos campi universitários.

De modo geral, a estrutura de um *Smart Campus* compreende uma série de domínios. Segundo o trabalho de Polin et al. (2023), esses domínios envolvem aspectos como economia, sociedade, governança, meio ambiente e tecnologias, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Domínios de uma *Smart Campus*.



Fonte: (POLIN et al., 2023)

### 3.2.1 Modelos de Smart Campus

O *SC2 Framework* é um dos modelos possíveis para transformar uma universidade normal em um *Smart Campus*. É denotado que a força do projeto é sua abordagem metodológica caracterizada por 5 pontos-chave: planejamento, integração e colaboração, flexibilidade e escalabilidade. *SC2* é o ponto de partida que pode ser usado para transformar universidades e elementos urbanos únicos usando uma estrutura que pode ser estendida e dimensionada para diferentes contextos urbanos (PAGLIARO et al., 2016).

Outro modelo é o *iCampus*, desenvolvido pelo MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) em parceria com a Microsoft. Esse modelo é abordado no artigo de Imbar, Supangkat e Langi (2020), que o define com base em seis domínios: *iLearning*, *iGovernance*, *iGreen*, *iHealth*, *iSocial* e *iManagement*, explicados da seguinte forma:

- *iLearning*: aborda como as universidades podem ampliar a capacidade dos alunos de realizar pesquisas e atividades educacionais, expandindo o alcance do aprendizado, oferecendo novas oportunidades de estudo e superando as barreiras tradicionais da educação por meio do uso de Tecnologias da Informação;
- *iManagement*: refere-se às instalações inteligentes oferecidas pelas universidades para facilitar o acesso centralizado a recursos e o controle de segurança, além da implementação de sistemas de gestão inteligente no ambiente universitário;
- *iGovernance*: envolve a forma como a governança universitária pode gerenciar as políticas voltadas às partes interessadas, incluindo a utilização de sistemas de gestão de fluxo de trabalho que permitem o agendamento, o planejamento e a adaptabilidade;
- *iSocial*: trata da construção de redes sociais no ambiente universitário para incentivar a colaboração e a comunicação entre alunos, professores e instituições. Inclui, por exemplo, o estímulo a atividades de serviço comunitário;
- *iGreen*: diz respeito à adoção de práticas sustentáveis no campus, como a geração de energia renovável e a economia no uso de recursos energéticos;
- *iHealth*: abrange os serviços de saúde universitários, com foco em oferecer cuidados médicos a qualquer hora e em qualquer lugar para funcionários e estudantes, além de promover ambientes saudáveis e a implementação de sistemas inteligentes de informação em saúde.

Dependendo de como e quais áreas são abordadas, o impacto holístico provocado pelo conceito pode recair sobre as três principais partes interessadas internas do ambiente do campus: alunos, professores e administração. No entanto, o impacto percebido por cada uma dessas partes pode variar de acordo com a solução conceitual final adotada. Por exemplo, um sistema inteligente de informações do campus, composto por um Sistema de Informações do Aluno, um

Sistema de Informações do Corpo Docente e um Sistema de Informações Gerenciais, pode gerar diferentes graus de impacto para cada um dos principais interessados (NG et al., 2010).

Dentre os modelos existentes, destaca-se o domínio do *iManagement*, voltado à gestão geral do campus. Essa gestão se divide, basicamente, em duas partes: a gestão inteligente de edifícios e a gestão inteligente de pessoas. A primeira aborda as instalações e infraestruturas do campus, enquanto a segunda trata dos funcionários, alunos e visitantes (NG et al., 2010).

Entre os exemplos relacionados à gestão predial, incluem-se: um sistema integrado de gerenciamento capaz de monitorar e controlar os sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado dos edifícios; um sistema de iluminação inteligente que aciona, desliga ou regula automaticamente as luzes em auditórios, salas de aula e escritórios, conforme a necessidade; e um sistema de emergência inteligente, como um alarme de incêndio, que pode ativar a rede de alarmes e executar medidas para conter os danos (NG et al., 2010).

Já na gestão de pessoas, destacam-se: um sistema automatizado de vigilância e segurança, que oferece reconhecimento e identificação facial, análise e monitoramento automático por meio de videovigilância, rastreamento de atividades anormais e alarmes de segurança automatizados em caso de violações; além de um sistema inteligente de acesso e controle, como o uso de cartões inteligentes, que integram identificação segura, controle de acesso e outras aplicações, como cartões de biblioteca ou de transporte público, entre outros (NG et al., 2010).

### 3.3 Tecnologias Utilizadas

Em relação às tecnologias que podem ser aplicadas em um *Smart Campus* e às suas contribuições, é possível destacar algumas citadas por Muhamad et al. (2017):

- **Identificação por radiofrequência (RFID):** Tecnologia sem contato, capaz de armazenar dados e oferecer diversas vantagens no contexto dos *Smart Campuses*, como autenticação de visitantes, registro de presença de professores e estudantes, além do monitoramento do movimento de pessoas e objetos;
- **Internet of Things (IoT):** Permite a conexão entre pessoas, instrumentos, dispositivos e edifícios no campus por meio de um sistema inteligente. A IoT possibilita, por exemplo, a localização exata de objetos ou pessoas em tempo real;
- **Computação em nuvem:** Solução abrangente que integra e gerencia eficientemente diferentes tipos de informação, fornece serviços de dados e facilita o compartilhamento de informações. As bases de dados e aplicações no ambiente universitário devem ser estruturadas em uma plataforma de computação em nuvem, incluindo os níveis de serviço: IaaS, PaaS e SaaS;
- **Tecnologia de visualização 3D e Realidade Aumentada:** A Realidade Aumentada fornece uma interface baseada em vídeo, capaz de oferecer experiências diferenciadas aos



usuários, como a visualização de mapas interativos para localização de espaços específicos, em substituição aos mapas tradicionais;

- **Tecnologia de sensores (movimento, temperatura, luz, umidade, etc.):** Os sensores podem ser utilizados para detecção de movimentos humanos, monitoramento de alterações climáticas ou de umidade, verificação da capacidade de água e resíduos, além de auxiliar em pesquisas de localização;
- **Tecnologia móvel (incluindo NFC, código QR, GPS):** Dispositivos como *smartphones*, *tablets* e computadores portáteis tornaram-se ferramentas essenciais no cotidiano e devem ser explorados no contexto educacional para melhorar a qualidade do ensino, atender às necessidades dos alunos e reduzir custos. Com o uso dessas tecnologias, é possível realizar o registro de presença, acessar ambientes por meio de tecnologias sem contato (como *bluetooth*, QR Code, NFC ou RFID) e possibilitar o aprendizado em qualquer hora e lugar;
- **Tecnologias Web:** Os serviços *Web* possibilitam o gerenciamento e o acesso unificado a diferentes fontes de informação, muitas vezes heterogêneas e dispersas. No contexto dos *Smart Campuses*, tais serviços permitem a integração dinâmica de diversas aplicações, incluindo o acesso direto a recursos de IoT.

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo iniciar o processo de transformação do IFCE Campus Aracati em um *Smart Campus*, utilizando uma plataforma *Web* como base. A metodologia adotada para alcançar esse objetivo envolve o estudo de modelos de campus inteligentes, com o intuito de embasar o processo, a análise do campus para identificação dos pontos que devem ser abordados em consonância com o domínio selecionado e, por fim, o desenvolvimento da plataforma.

### 4.1 Fundamentação do processo de transformação

Na análise dos modelos de *Smart Campus*, o principal modelo adotado para o Campus Aracati foi o *iCampus*, cuja principal característica consiste em dividir o ecossistema complexo de um campus em domínios bem definidos. Dentre os domínios presentes no modelo *iCampus*, o selecionado para o desenvolvimento do projeto foi o *iManagement*, por abranger a gestão geral do campus, permitindo uma ampla variedade de abordagens e servindo como suporte para os demais domínios. Essa escolha representa uma base sólida para futuras implementações que extrapolem o escopo do próprio *iManagement*. Ressalta-se, ainda, que aspectos e diretrizes de outros modelos, como o *SC2 Framework*, relacionados ao planejamento, integração, colaboração, flexibilidade e escalabilidade, também foram considerados.

## 4.2 O objeto de transformação

O IFCE - Campus Aracati oferece diversos cursos nas modalidades de ensino técnico integrado, superior, extensão e pós-graduação, abrangendo áreas como Informática, Química, Hotelaria e Aquicultura, cada uma com suas respectivas estruturas e equipamentos. As atividades acadêmicas e administrativas ocorrem em diferentes turnos, desde o matutino até o noturno.

A infraestrutura do campus conta com mais de trinta salas de aula, diversos laboratórios, estação de piscicultura, biblioteca, quadra poliesportiva, além de espaços destinados à administração, como sala dos professores, sala dos técnicos administrativos, copas, almoxarifados, entre outros. O campus possui milhares de equipamentos catalogados, além de materiais que, por sua especificidade, não são tombados.

Verificou-se que a administração dos recursos ocorre, atualmente, por meio de planilhas digitais simples, acessíveis apenas a alguns funcionários. Considerando essa limitação, definiu-se que a plataforma proposta atuará, inicialmente, para suprir essa lacuna, oferecendo maior transparência e viabilizando o acesso de alunos, professores e demais funcionários às informações sobre os recursos disponíveis no campus.

## 4.3 Criação da plataforma

O processo de criação da plataforma teve início com a definição do conteúdo a ser disponibilizado, que, neste caso, consiste em um acervo dos materiais presentes no campus. Em seguida, foi definido o perfil dos usuários, considerando os principais agentes destacados nos modelos de *Smart Campus* analisados: alunos, professores e técnicos administrativos em educação. Com o conteúdo e o perfil dos usuários estabelecidos, elaboraram-se as funcionalidades e a estrutura da plataforma. As principais funcionalidades do sistema incluem o cadastro de usuários, a administração dos locais e materiais, a realização de consultas e o envio de comentários. Considerando que a plataforma também deverá servir como base para futuras implementações, optou-se pela utilização de tecnologias escalonáveis, a fim de facilitar a expansão e a integração de novas funcionalidades. As tecnologias adotadas estão descritas a seguir.

## 4.4 Recursos Tecnológicos Empregados

Para criar uma plataforma robusta, eficiente e escalável, é essencial selecionar tecnologias que maximizem o desempenho, garantam segurança e ofereçam uma experiência de usuário consistente e moderna. Este projeto empregou ferramentas e *frameworks* cuidadosamente escolhidos para atender a esses requisitos, cada um desempenhando um papel fundamental na construção da aplicação.

A plataforma *Web* foi estruturada em duas camadas: *back-end* e *front-end*. Optou-se por essa arquitetura, em vez de uma estrutura unificada, devido à melhor distribuição de responsabilidades, o que torna o sistema mais modular e eficiente. Essa abordagem possibilita

o desenvolvimento, a manutenção e a escalabilidade de cada camada de forma independente, promovendo maior flexibilidade e especialização.

O desenvolvimento do *front-end* foi realizado com o uso do *framework Angular*, que oferece uma estrutura sólida e modular para a construção da interface do usuário. Para o gerenciamento eficiente e escalável do estado da aplicação, adotou-se o *NgRx*<sup>1</sup>, utilizado como padrão para o controle de estados. Além disso, o *Angular Material* foi empregado para disponibilizar componentes pré-construídos e um design consistente, o que acelerou o desenvolvimento e garantiu uma experiência de usuário intuitiva. Essa combinação de tecnologias possibilitou a criação de uma interface responsiva, de alto desempenho e altamente personalizável.

O *back-end* da aplicação foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Python*<sup>2</sup>, com o *framework Django*<sup>3</sup> como base. O *Django* oferece um conjunto robusto de ferramentas para a construção de aplicações *Web*, incluindo um poderoso ORM<sup>4</sup>, sistema de templates e mecanismos de autenticação e autorização.

Para expor as funcionalidades da aplicação de forma padronizada e permitir sua integração com outros sistemas, foi utilizado o *Django REST Framework (DRF)*<sup>5</sup>. O DRF possibilita a criação de APIs RESTful baseadas em recursos, utilizando os métodos HTTP<sup>6</sup> para realizar operações como criação, leitura, atualização e remoção de dados (CRUD).

Os *ModelViewSet*<sup>7</sup> do DRF foram empregados para definir as regras de negócio e as operações permitidas sobre os modelos de dados, simplificando o desenvolvimento da API<sup>8</sup> e garantindo a consistência da arquitetura.

Outras duas tecnologias empregadas foram os *JSON Web Tokens (JWT)*<sup>9</sup> e os *WebSockets*<sup>10</sup>. O JWT é um padrão aberto para a representação de *claims* (declarações) entre duas partes, no formato de um objeto JSON. No contexto desta aplicação, os JWTs foram utilizados para implementar um sistema de autenticação seguro e eficiente.

Os *WebSockets*, por sua vez, proporcionam comunicação bidirecional em tempo real entre cliente e servidor, permitindo o envio e o recebimento de dados de forma assíncrona. A combinação de JWT e *WebSockets* resultou em uma aplicação com alto nível de interatividade e segurança. Enquanto os JWTs garantem a autenticação dos usuários, os *WebSockets* viabilizam a comunicação em tempo real, oferecendo uma experiência mais dinâmica e responsiva aos usuários.

---

<sup>1</sup> <https://ngrx.io/>

<sup>2</sup> <https://www.python.org/>

<sup>3</sup> <https://www.djangoproject.com/>

<sup>4</sup> [https://pt.wikipedia.org/wiki/Mapeamento\\_objeto-relacional](https://pt.wikipedia.org/wiki/Mapeamento_objeto-relacional)

<sup>5</sup> <https://www.django-rest-framework.org/>

<sup>6</sup> <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTTP>

<sup>7</sup> <https://www.django-rest-framework.org/api-guide/viewsets/#modelviewset>

<sup>8</sup> <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Glossary/API/>

<sup>9</sup> <https://jwt.io/>

<sup>10</sup> [https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/API/WebSockets\\_API](https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/API/WebSockets_API)

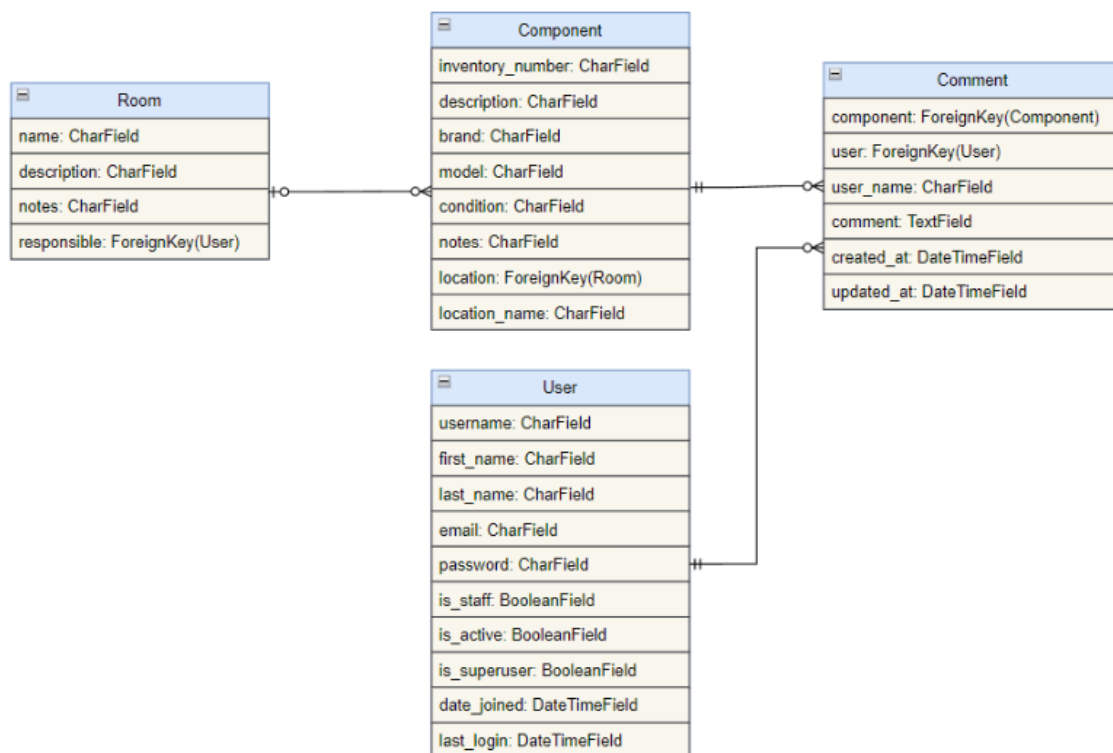
## 4.5 Desenvolvimento da plataforma

O processo de desenvolvimento da plataforma foi estruturado em etapas iterativas, seguindo os princípios do desenvolvimento ágil. Essa abordagem possibilitou adaptações contínuas e validações frequentes, otimizando a entrega de valor ao longo de cada ciclo:

1. **Modelagem do banco de dados:** Foi projetado um banco de dados relacional no *Django*, com modelos representando salas, equipamentos e comentários, permitindo o armazenamento estruturado das informações do campus. Optou-se pelo modelo de usuários nativo do *Django*, devido à sua facilidade de uso e completude. A estrutura do modelo desenvolvido é apresentada na Figura 3.
2. **Configuração da seção administrativa do Django:** A seção administrativa padrão do *Django* oferece uma interface gráfica intuitiva para gerenciar dados, possibilitando a criação, edição e exclusão de registros dos modelos. Foi implementado o uso de *Signals* para garantir a integração em tempo real.
3. **Criação de endpoints:** Foram implementados *endpoints* RESTful com o *Django REST Framework* (DRF), possibilitando operações de criação, leitura, atualização e remoção (CRUD) sobre os recursos.
4. **Implementação do front-end:** As interfaces da aplicação foram desenvolvidas com *Angular* e *Angular Material*, visando proporcionar uma experiência intuitiva e responsiva aos usuários.
5. **Gerenciamento de estado:** Utilizou-se o *NgRx* para integrar o *front-end* ao *back-end*, simplificando o fluxo de dados e assegurando a previsibilidade no comportamento da aplicação.
6. **Integração em tempo real:** O *WebSocket* foi configurado para possibilitar comunicação bidirecional entre cliente e servidor, permitindo que os usuários recebam atualizações imediatas, como alterações no status dos recursos.

A metodologia apresentada reflete um plano detalhado e estruturado para alcançar os objetivos propostos neste trabalho. Desde a fundamentação teórica, baseada em modelos de *Smart Campus*, até a escolha criteriosa das tecnologias e a definição das etapas de desenvolvimento, cada elemento foi planejado para garantir eficiência, escalabilidade e aderência às necessidades do IFCE Campus Aracati. A separação clara entre *back-end* e *front-end*, aliada ao uso de ferramentas modernas como *Django*, *Angular* e *NgRx*, possibilitou o desenvolvimento de uma plataforma robusta, modular e flexível. Adicionalmente, a adoção de práticas de desenvolvimento ágil e a integração em tempo real por meio de *WebSockets* reforçam o compromisso com a inovação e a experiência do usuário, estabelecendo uma base sólida para a transformação digital do campus.

Figura 3 – Modelo do Banco de Dados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5 RESULTADOS OBTIDOS

A plataforma desenvolvida já pode ser considerada um *Minimum Viable Product* (MVP)<sup>11</sup>, estando disponível para testes iniciais com usuários. Os repositórios com as implementações do *back-end* e do *front-end* podem ser encontrados, respectivamente, no GitHub<sup>12</sup> e no GitHub<sup>13</sup>. Sendo assim, esta seção tem o objetivo de mostrar as telas da implementação e atribuir novas informações.

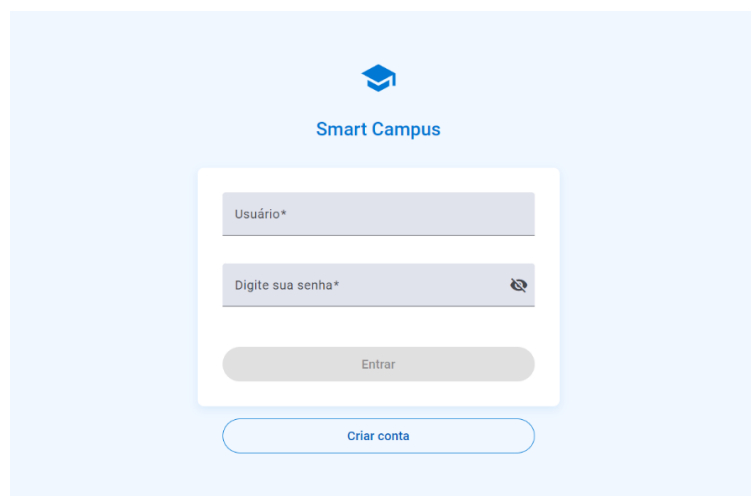
A Figura 4 ilustra a tela de login, que contém campos para inserção de "Usuário" e "Senha", além do botão "Entrar" para autenticação. Abaixo, encontra-se a opção "Criar conta", destinada ao cadastro de novos usuários. Na parte superior da tela, são exibidos o logotipo e o nome "Smart Campus".

<sup>11</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum\\_viable\\_product](https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_viable_product)

<sup>12</sup> <https://github.com/EvertuLima/sc>

<sup>13</sup> <https://github.com/EvertuLima/sc-front-end>

Figura 4 – Tela de Login.

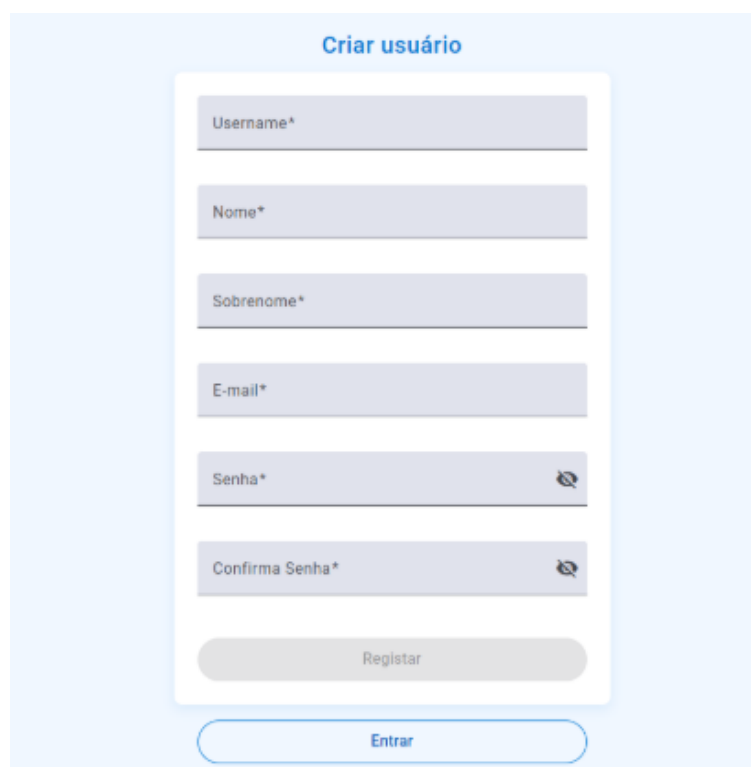


A tela de login do Smart Campus apresenta um fundo azul claro. No topo, há um ícone de graduação e o texto "Smart Campus". Abaixo, um formulário branco contém dois campos de entrada: "Usuário\*" e "Digite sua senha\*" (com ícone de olho para alternar visibilidade). Um botão cinza "Entrar" está abaixo dos campos. No rodapé do formulário, há um botão azul "Criar conta".

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tela de Criação de Usuário na Figura 5, oferece um formulário com campos obrigatórios para registro, incluindo "Username", "Nome", "Sobrenome", "E-mail", "Senha" e "Confirma Senha". Há um botão "Registrar" para finalizar o cadastro e, abaixo, um botão "Entrar" para retornar à tela de login. Os campos presentes no formulário correspondem aos dados necessários para criar um usuário no Django.

Figura 5 – Tela de Criação de Usuário.



A tela de criação de usuário do Smart Campus apresenta um fundo azul claro. No topo, há o texto "Criar usuário". Abaixo, um formulário branco contém seis campos de entrada: "Username\*", "Nome\*", "Sobrenome\*", "E-mail\*", "Senha\*" (com ícone de olho) e "Confirma Senha\*" (com ícone de olho). Um botão cinza "Registrar" está abaixo dos campos. No rodapé do formulário, há um botão azul "Entrar".

Fonte: Elaborado pelos autores.

A tela de perfil do usuário é representada na Figura 6, esta tela é feita para mostrar algumas informações do usuário, seus comentários e as salas do qual ele é responsável, além de ser um espaço reservado para futuras atividades que os usuários possam exercer na plataforma.

Figura 6 – Tela de Perfil do Usuário.

Everton Lima

email@email.com

## Salas

Filtro



Nome	Descrição	Notas
Sala 25	Espaço 4.0 - Local voltado a pesquisa e desenvolvimento.	
Sala 23	Laboratório	
Sala 19	Sala de aula	
Sala 12	Sala de aula	Interditada
Sala 01	Sala de aula	

Seus Comentários 2

Lapis Marrom

(editado) 28/12/2024 21:41

Sumiu!



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 7 é apresentado o layout da tela de listagem de Salas. Ela tem como principal função exibir de forma organizada as informações relacionadas às salas cadastradas no sistema. Ela conta com uma tabela estruturada, com colunas que mostram dados relevantes de cada sala, além de um botão para acessar os detalhes de uma sala específica. Um campo de filtro posicionado no topo permite ao usuário realizar buscas rápidas, tornando a navegação mais prática e eficiente.

Figura 7 – Tela de Listagem de Salas.

Salas

Filtro		
Nome	Descrição	Notas
Sala 25	Espaço 4.0 - Local voltado a pesquisa e desenvolvimento.	
Sala 24	LEMA - Lab...	
Sala 23	Laboratório	
Sala 19	Sala de aula	
Sala 3	Sala de aula	
Sala 12	Sala de aula	Interditada

Fonte: Elaborado pelos autores.

Já na Figura 8, é exibido o layout da tela de listagem de Itens. Assim como na de Salas, esta apresenta uma tabela estruturada que exibe informações detalhadas dos itens cadastrados. Cada item pode ser acessado em detalhes por meio de um botão dedicado, e o campo de filtro no topo da interface facilita buscas rápidas e precisas. Essa estrutura proporciona uma experiência intuitiva e eficiente na gestão dos itens do sistema.

Figura 8 – Tela de Listagem de Itens.

Itens

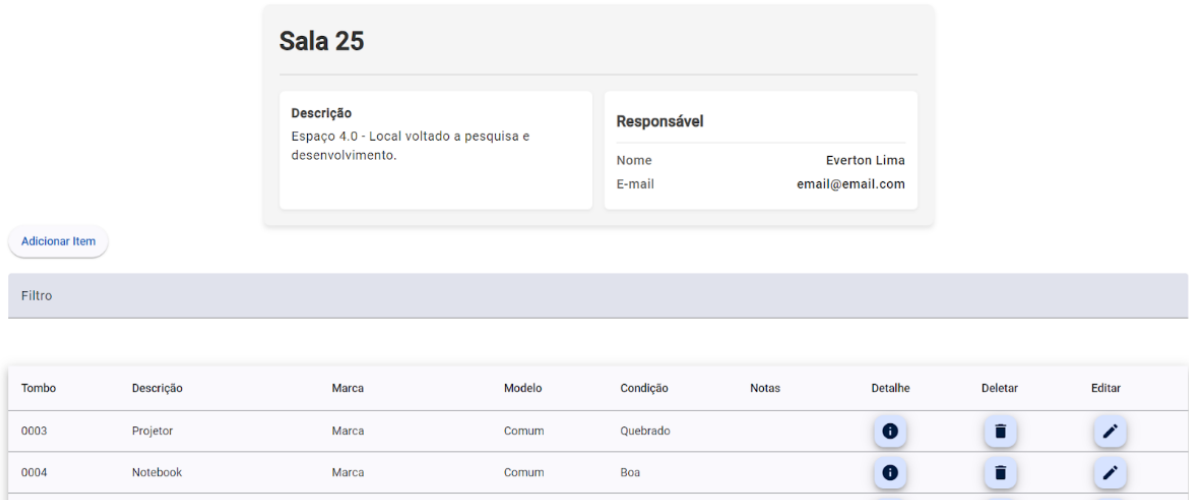
Filtro							
Detalhe	Tombo	Descrição	Marca	Modelo	Condição	Notas	Local
	0003	Projektor	Marca	Comum	Quebrado		Sala 25
	0004	Notebook	Marca	Comum	Boa		Sala 25
	0005	Caneta 5	Bic		Nova	Emprestada	Sala 24
	0003	Objeto	Marca	Modelo	Condição	Notas	Sala 24
	0007	Computador	Marca	Desktop	Boa		Sala 25

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 9 mostra a tela que exibe os detalhes de uma sala. As informações presentes são o nome, a descrição, o responsável junto ao seu contato e a lista dos materiais presentes nela, com um filtro para facilitar buscas. Botões responsáveis por alterar os dados dos materiais do local ficam disponíveis apenas para o responsável e administradores.



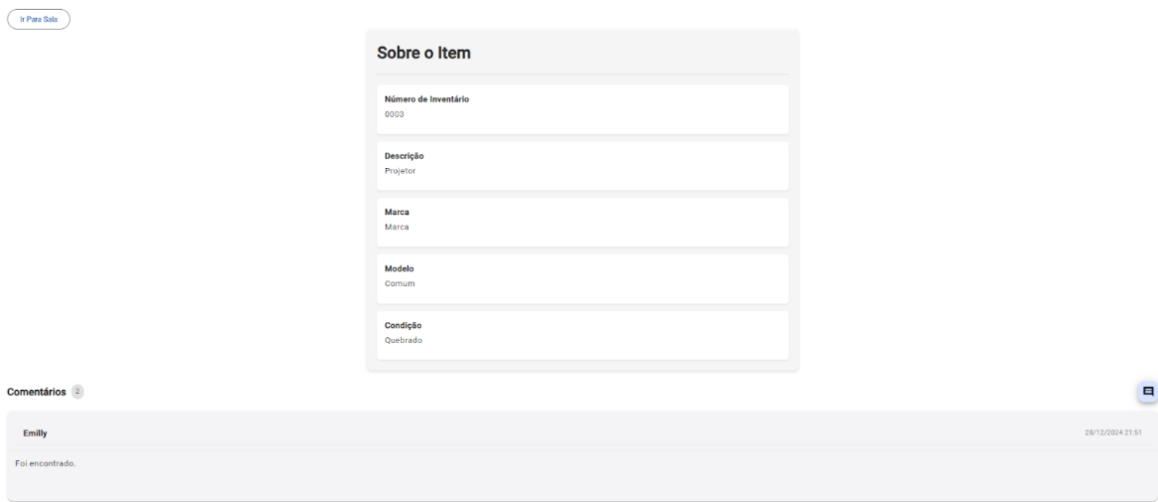
Figura 9 – Tela de Detalhes de uma Sala.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 10 é representada a tela que exhibe os detalhes de um item, onde são mostrados seus dados e uma seção com comentários feitos pelos usuários sobre ele.

Figura 10 – Tela de Detalhes de um Item.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O desenvolvimento da plataforma foi amplamente beneficiado pelo uso do Angular Material, que proporcionou uma interface moderna e responsiva. Botões estilizados, menus intuitivos, tabelas organizadas e campos de filtro práticos foram implementados com os componentes fornecidos pela biblioteca, garantindo consistência visual e usabilidade. Além disso, outros aspectos, como os formulários e os diálogos, foram enriquecidos com elementos do Angular Material, resultando em uma experiência de usuário eficiente e alinhada às melhores práticas de design.

## 6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho propôs uma iniciativa para transformar o Campus Aracati em um *Smart Campus* por meio de uma plataforma Web. A plataforma não teve sua usabilidade validada por testes com usuários finais, o que pode ser encarado como uma fragilidade e torna essa validação um trabalho futuro. Foram analisados alguns modelos de *Smart Campus* e escolhido o *iCampus* como base para orientar o projeto. O modelo adotado traz o conceito de domínios para dividir o ecossistema do campus, sendo cada domínio focado em um aspecto do campus. Dentre os domínios, o escolhido para ser trabalhado foi *iManagement*, que preocupa-se com a gestão geral do campus. Tendo em vista o escopo que esse domínio pode abranger, foi delimitado que a plataforma trabalharia inicialmente apenas como um acervo interativo dos materiais presentes no campus e que os usuários seriam os alunos, professores e técnicos administrativos em educação, que são as partes interessadas principais em uma instituição.

Para trabalhos futuros, a ideia é expandir a plataforma para abranger não só o domínio *iManagement*, mas também os outros domínios do *iCampus*, em especial *iLearning*, *iGovernance* e *iSocial*. Logo destaco alguns trabalhos que podem ser implementados para abranger esses domínios.

Inicialmente, pode ser implementada uma biblioteca inteligente utilizando RFID, conforme desenvolvido na Shandong Normal University Du, Meng e Gao (2016). Lá, um sistema localiza a posição dos livros em uma prateleira de camada fixa por meio de etiquetas eletrônicas RFID, usadas para armazenar informações relevantes de prateleiras, livros e carrinhos de livros. Outras tecnologias de IoT e computação em nuvem também podem ser utilizadas nesse propósito, como detalhado em Nie (2013), usando a plataforma Web para centralizar essas informações e trabalhar com os dados armazenados.

A construção de outro meio de ensino online, para complementar a forma atual de aulas presenciais do Campus Aracati, traria uma nova abordagem para a instituição cumprir seu propósito. Em Wang e Ng (2012), é abordado o conceito de educação em nuvem móvel com base na fusão de aprendizado em nuvem e aprendizado móvel. Este modelo de ensino, implementado na plataforma, poderia contar com a integração de recursos materiais para apoio, caso necessário, e também servir como um espaço de integração para alunos e professores.

Para otimizar a experiência de estudo e pesquisa, também é interessante implementar um sistema centralizado que reúna informações sobre todos os espaços disponíveis no campus. Essa plataforma poderia detalhar os locais de estudo na biblioteca, laboratórios e outros ambientes, incluindo horários de funcionamento, recursos disponíveis (como computadores, impressoras e softwares especializados) e a necessidade de reserva prévia. Com essa ferramenta, os alunos e pesquisadores poderiam encontrar facilmente o espaço ideal para suas atividades (WANG; NG, 2012).

Para enriquecer a experiência dos usuários, a plataforma pode contar com um mapa interativo do campus, que fornecerá informações detalhadas sobre os diversos espaços disponíveis. Através desse recurso, os usuários poderão localizar salas de aula, laboratórios, bibliotecas,

áreas de convivência e outros locais de interesse, além de obter informações como horários de funcionamento, capacidade, recursos disponíveis e como chegar até o local. Essa ferramenta facilitará a navegação pelo campus e permitirá que os usuários planejem suas atividades de forma mais eficiente. O potencial de mapas 2D e 3D são diversos e podem ser explorados de diferentes formas (MAO, 2014).

Um portal centralizado de notícias pode complementar os canais de comunicação já existentes no campus, como redes sociais e sites institucionais, oferecendo uma plataforma unificada para busca eficiente de informações relevantes e específicas. Essa ferramenta permite aos usuários encontrar rapidamente notícias sobre eventos, projetos, oportunidades e outras informações importantes, sem a necessidade de navegar por múltiplas fontes (WANG; NG, 2012).

Por fim, este trabalho se encontra em desenvolvimento, por ser um desafio amplo que tem a necessidade constante de atualização, gerenciamento, evolução e trabalho conjunto. Para isso é necessário um esforço maior de diferentes partes, tanto da gestão, de desenvolvedores, alunos e outras partes interessadas, para seu pleno funcionamento. Portanto esta iniciativa visa ser esse primeiro passo no objetivo de transformar o Campus Aracati em um *Smart Campus*.

## REFERÊNCIAS

- ALGHAMDI, A.; SHETTY, S. Survey toward a smart campus using the internet of things. In: IEEE. **2016 IEEE 4th international conference on future internet of things and cloud (FiCloud)**. [S.l.], 2016. p. 235–239.
- ARASTEH, H. et al. Iot-based smart cities: A survey. In: IEEE. **2016 IEEE 16th international conference on environment and electrical engineering (EEEIC)**. [S.l.], 2016. p. 1–6.
- CUNHA, M. A. et al. **Smart cities: transformação digital de cidades**. [S.l.]: Programa Gestão Pública e Cidadania, 2016.
- DONG, Z. Y. et al. Smart campus: definition, framework, technologies, and services. **IET Smart Cities**, Wiley Online Library, v. 2, n. 1, p. 43–54, 2020.
- DU, S.; MENG, F.; GAO, B. Research on the application system of smart campus in the context of smart city. In: IEEE. **2016 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)**. [S.l.], 2016. p. 714–718.
- FEBRIYANTO, E. et al. Model of learning using ilearning on independent study classes at university. **Universal Journal of Educational Research**, ERIC, v. 5, n. 8, p. 1349–1361, 2017.
- GIFFINGER, R.; GUDRUN, H. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities? **ACE: architecture, city and environment**, Centre de Política del Sòl i Valoracions-Universitat Politècnica de Catalunya, v. 4, n. 12, p. 7–26, 2010.
- HARRISON, C. et al. Foundations for smarter cities. **IBM Journal of research and development**, IBM, v. 54, n. 4, p. 1–16, 2010.
- IMBAR, R. V.; SUPANGKAT, S. H.; LANGI, A. Z. Smart campus model: a literature review. In: IEEE. **2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)**. [S.l.], 2020. p. 1–7.

MAO, W.-Q. Study on the construction and application of 3d geographic information services for the smart city. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Copernicus GmbH, v. 2, p. 41–44, 2014.

MUHAMAD, W. et al. Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. In: IEEE. **2017 International conference on information technology systems and innovation (ICITSI)**. [S.l.], 2017. p. 384–391.

MUSA, M.; ISMAIL, M. N.; FUDZEE, M. F. M. A survey on smart campus implementation in malaysia. **JOIV: International Journal on Informatics Visualization**, v. 5, n. 1, p. 51–56, 2021.

NEVES, A. R. d. M. et al. Iniciativa smart campus: um estudo de caso em progresso na universidade federal do par . In: SBC. **Anais do I Workshop de Computação Urbana**. [S.l.], 2017.

NG, J. W. et al. The intelligent campus (icampus): End-to-end learning lifecycle of a knowledge ecosystem. In: IEEE. **2010 sixth International Conference on intelligent environments**. [S.l.], 2010. p. 332–337.

NIE, X. Research on smart campus based on cloud computing and internet of things. **Applied mechanics and materials**, Trans Tech Publ, v. 380, p. 1951–1954, 2013.

PAGLIARO, F. et al. A roadmap toward the development of sapienza smart campus. In: IEEE. **2016 IEEE 16th international conference on environment and electrical engineering (EEEIC)**. [S.l.], 2016. p. 1–6.

POLIN, K. et al. The making of smart campus: A review and conceptual framework. **Buildings**, MDPI, v. 13, n. 4, p. 891, 2023.

TOWNSEND, A. M. **Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia**. [S.l.]: WW Norton & Company, 2013.

VILLEGAS-CH, W.; ARIAS-NAVARRETE, A.; PALACIOS-PACHECO, X. Proposal of an architecture for the integration of a chatbot with artificial intelligence in a smart campus for the improvement of learning. **Sustainability**, MDPI, v. 12, n. 4, p. 1500, 2020.

WANG, M.; NG, J. W. Intelligent mobile cloud education: smart anytime-anywhere learning for the next generation campus environment. In: IEEE. **2012 Eighth International Conference on Intelligent Environments**. [S.l.], 2012. p. 149–156.

YIN, C. et al. A literature survey on smart cities. **Sci. China Inf. Sci.**, v. 58, n. 10, p. 1–18, 2015.