

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO SISTEMA LABORATÓRIO INTELIGENTE PARA GESTÃO DE AMBIENTES ACADÊMICOS

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE INTELLIGENT LABORATORY SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF ACADEMIC ENVIRONMENTS

Guilherme Henrique Coutinho Schalcher¹

Alysson Samuel da Silva²

Albert Heitor Pereira Oliveira³

Edilson Carlos Silva Lima⁴

Yonara Costa Magalhães⁵

Patrícia Regia Nicácio Freire⁶

RESUMO: Este artigo apresenta o desenvolvimento e a aplicação do sistema Laboratório Inteligente (SmartLab), implementado na Universidade CEUMA, com o objetivo de modernizar e otimizar a gestão de laboratórios acadêmicos. O problema central investigado consiste nas dificuldades de organização, agendamento e controle do uso dos ambientes e equipamentos institucionais, que geram conflitos, desperdício de tempo e baixa eficiência operacional. O estudo foi conduzido no contexto institucional do CEUMA, envolvendo alunos, docentes e administradores que utilizam diariamente os laboratórios para atividades de ensino, pesquisa e práticas. A pesquisa foi realizada por meio de estudo de caso com participação direta dos usuários na validação do sistema. Além disso, foram aplicadas técnicas de análise quantitativa para avaliar o desempenho e a usabilidade da plataforma durante o período de testes. Os resultados indicaram aumento na eficiência do processo de reserva, maior controle sobre os recursos laboratoriais e melhoria na organização institucional, evidenciando o potencial do sistema para solucionar problemas recorrentes na gestão de ambientes educacionais. Conclui-se que o Laboratório Inteligente representa uma solução viável, escalável e alinhada às necessidades de instituições que buscam aprimorar seus processos internos, oferecendo maior transparência, agilidade e confiabilidade na administração dos seus ambientes acadêmicos.

5073

Palavras-chave: Gestão de Laboratórios. Agendamento. Sistema. SmartLab. Universidade.

¹Autor - Discente da Universidade Ceuma.

²Autor - Discente da Universidade Ceuma.

³Autor - Discente da Universidade Ceuma.

⁴Orientador - Docente da Universidade Ceuma - Mestre em Engenharia de Computação.

⁵Coorientador - Docente da Universidade Ceuma - Mestre em Engenharia Elétrica.

⁶Coorientador - Docente da Universidade Ceuma - Mestre em Design.

ABSTRACT: This article presents the development and application of the SmartLab system, implemented at CEUMA University, with the aim of modernizing and optimizing the management of academic laboratories. The central problem investigated consists of the difficulties in organizing, scheduling, and controlling the use of institutional environments and equipment, which generate conflicts, wasted time, and low operational efficiency. The study was conducted within the institutional context of CEUMA, involving students, faculty, and administrators who use the laboratories daily for teaching, research, and practical activities. The research was carried out through a case study with direct user participation in validating the system. Furthermore, quantitative analysis techniques were applied to evaluate the platform's performance and usability during the testing period. The results indicated increased efficiency in the reservation process, greater control over laboratory resources, and improved institutional organization, highlighting the system's potential to solve recurring problems in the management of educational environments. It is concluded that the Intelligent Laboratory represents a viable, scalable solution aligned with the needs of institutions seeking to improve their internal processes, offering greater transparency, agility, and reliability in the administration of their academic environments.

Keywords: Laboratory Management. Scheduling. System. SmartLab. University.

I INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais e a crescente necessidade de otimização de recursos em instituições de ensino superior têm impulsionado o desenvolvimento de sistemas voltados à automação e à gestão eficiente de ambientes compartilhados. Nesse contexto, torna-se fundamental a criação de ferramentas capazes de apoiar o agendamento, o monitoramento e o controle de uso de espaços e equipamentos acadêmicos, contribuindo para a melhoria da organização institucional e para a racionalização dos processos operacionais.

5074

O sistema Laboratório Inteligente foi idealizado com o propósito de modernizar a gestão de laboratórios e ambientes educacionais, automatizando procedimentos que tradicionalmente demandam tempo e intervenção manual. A plataforma possibilita a realização de consultas, reservas e modificações de forma intuitiva, além de fornecer informações detalhadas sobre a utilização dos recursos, permitindo maior transparência e facilitando a tomada de decisão por parte dos gestores.

A relevância do desenvolvimento de sistemas dessa natureza está associada à capacidade de integrar tecnologias emergentes, como métodos de automação e paradigmas modernos de engenharia de software, de modo a aprimorar a disponibilidade, o controle e o acompanhamento dos espaços de aprendizagem. Ao reduzir a intervenção humana em processos repetitivos, o sistema também contribui para a diminuição de erros operacionais e para a utilização mais eficiente dos recursos da instituição.

Diante desse cenário, o presente estudo tem como **objetivo geral** desenvolver e aplicar o sistema Laboratório Inteligente na Universidade CEUMA, a fim de melhorar o processo de agendamento e gestão dos ambientes acadêmicos. Para alcançar esse propósito, o trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- automatizar o processo de reserva de laboratórios, reduzindo conflitos e inconsistências;
- disponibilizar informações claras e acessíveis sobre a ocupação e a disponibilidade dos ambientes;
- ampliar o controle institucional por meio de relatórios e indicadores de uso;
- avaliar a usabilidade e a eficiência do sistema com base na interação dos usuários;
- demonstrar a aplicabilidade do sistema como solução escalável para contextos acadêmicos distintos.

Assim, este artigo descreve o desenvolvimento e a aplicação do sistema Laboratório Inteligente, destacando sua relevância para a gestão de laboratórios acadêmicos e seu potencial de replicação em outras instituições. O estudo evidencia como a integração entre automação, metodologias ágeis e boas práticas de engenharia de software pode contribuir para uma administração mais eficiente, sustentável e acessível dos ambientes educacionais.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

A gestão de laboratórios acadêmicos e o agendamento de recursos institucionais têm sido tema de diversos estudos, especialmente diante da necessidade crescente de automação e otimização de espaços compartilhados em instituições de ensino superior. As pesquisas analisadas permitem compreender os avanços já existentes, bem como as limitações que ainda persistem na área. A seguir, são apresentados os principais trabalhos relacionados, acompanhados de uma análise crítica e comparativa com o presente estudo.

2.1 Automação em laboratórios (Graham, 2024)

Graham (2024) discute a automação de ambientes laboratoriais com foco na integração de dispositivos, gerenciamento de fluxos de trabalho e aumento da precisão na coleta de dados. O autor destaca que sistemas automatizados reduzem custos operacionais e melhoram a confiabilidade dos processos. Entretanto, embora o estudo apresente soluções tecnológicas robustas, sua aplicação concentra-se majoritariamente em laboratórios de pesquisa com infraestrutura avançada. Isso evidencia a ausência de propostas voltadas às instituições de médio porte ou ambientes educacionais onde a realidade de infraestrutura é mais limitada.

Assim, embora Graham (2024) contribua para a compreensão dos benefícios da automação, seu trabalho não aborda diretamente o problema de **gestão e agendamento de ambientes acadêmicos**, elemento essencial para o funcionamento cotidiano das universidades.

2.2 Agendamento de recursos acadêmicos (Moreira, 2024)

Moreira (2024) propõe o modelo SARA (Sistema de Agendamento de Recursos Acadêmicos), desenvolvido a partir de uma revisão sistemática da literatura e aplicado à Universidade de Brasília. O estudo aborda de forma detalhada o desafio de alocar recursos heterogêneos como horários, turmas, professores e laboratórios considerando múltiplas restrições institucionais. O autor apresenta um sistema integrador capaz de reduzir conflitos e melhorar a organização acadêmica. Apesar de sua robustez, o SARA prioriza o **agendamento institucional macro**, voltado sobretudo à malha curricular e às necessidades administrativas de grande escala. Como limitação, o estudo não contempla ferramentas de acompanhamento contínuo do uso dos laboratórios, tampouco funcionalidades específicas para monitoramento da ocupação, do fluxo de usuários ou do uso de equipamentos.

Dessa forma, o presente trabalho avança ao integrar a **gestão operacional cotidiana** do ambiente acadêmico, permitindo que usuários realizem reservas individuais e acompanhem a utilização dos recursos em tempo real. 5076

2.3 Engenharia de *software* e metodologias (Gamma et al., 2000; Booch, Rumbaugh & Jacobson, 2005)

Os estudos de Gamma et al. (2000) e Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005) fornecem as bases da engenharia de software utilizadas na construção de sistemas modernos. Os autores discutem padrões de projeto, modelagem em UML e fundamentos arquiteturais, destacando a importância da modularidade, reutilização e escalabilidade das aplicações.

Embora esses trabalhos não tratem diretamente da gestão de laboratórios, eles são essenciais para a **estruturação tecnológica** de sistemas como o Laboratório Inteligente. A aplicação de padrões como MVC e o uso de técnicas de modelagem orientada a objetos contribuem para a criação de uma solução robusta, flexível e de fácil manutenção. Ainda assim, tais obras apresentam uma lacuna comum: **não abordam diretamente o impacto dessas tecnologias no contexto educacional**, o que reforça a necessidade de estudos aplicados em ambientes acadêmicos reais lacuna essa que o presente trabalho busca preencher.

2.4 Diferencial do Trabalho

A análise dos trabalhos de Graham (2024), Moreira (2024) e das obras de engenharia de software de Gamma et al. (2000) e Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005) evidencia que, embora ofereçam contribuições relevantes, nenhum deles aborda de forma completa as necessidades específicas da gestão cotidiana de laboratórios acadêmicos. Graham (2024) concentra-se na automação de processos laboratoriais complexos voltados a ambientes de pesquisa avançada, sem tratar de sistemas destinados ao controle de uso, organização de reservas ou acompanhamento direto da rotina de laboratórios educacionais. Moreira (2024), por sua vez, dedica-se ao agendamento institucional em escala ampla, voltado à estrutura curricular e às restrições administrativas, sem oferecer mecanismos aplicados ao acompanhamento prático do uso dos ambientes, ao monitoramento de equipamentos ou à interação direta dos usuários com o sistema. Já as obras que tratam de padrões de projeto e arquitetura de software fornecem fundamentos essenciais para o desenvolvimento de aplicações robustas, mas não apresentam aplicações voltadas ao contexto acadêmico nem demonstram a implementação dessas tecnologias em ambientes reais de ensino.

Diante dessas limitações, o Laboratório Inteligente apresenta um avanço significativo ao integrar, em uma única solução, funcionalidades de agendamento, controle operacional detalhado e monitoramento do uso dos ambientes. O sistema foi desenvolvido considerando a realidade institucional da Universidade CEUMA, permitindo que alunos, professores e administradores realizem reservas, acompanhem informações de disponibilidade, registrem atividades e visualizem dados de utilização em tempo real. Além disso, a aplicação de tecnologias modernas, como Spring Boot, React e MySQL, aliada à validação com usuários reais, demonstra a capacidade da plataforma de responder às necessidades concretas da gestão de laboratórios acadêmicos. O estudo, portanto, apresenta uma contribuição prática e aplicada, demonstrando que a integração entre engenharia de software, automação e gestão educacional pode resultar em uma solução eficiente, replicável e alinhada às demandas atuais das instituições de ensino superior.

5077

3 MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada de modo a permitir a compreensão aprofundada do processo de desenvolvimento, aplicação e avaliação do sistema SmartLab no contexto institucional da Universidade CEUMA. A escolha dos procedimentos metodológicos

buscou garantir rigor científico, clareza na condução das etapas do estudo e consistência na análise dos resultados obtidos com a implantação da plataforma.

A pesquisa caracteriza-se como **qualitativa**, pois tem como objetivo interpretar fenômenos relacionados à experiência dos usuários, às rotinas de utilização dos laboratórios e à percepção dos atores envolvidos acerca do funcionamento do sistema. Esta abordagem permite examinar significados, comportamentos e dinâmicas que não podem ser reduzidos apenas a dados numéricos, favorecendo uma compreensão mais abrangente do objeto estudado, conforme defendido por Gil (2008).

Como estratégia de investigação, foi utilizada a **pesquisa-ação**, que se fundamenta na participação direta dos pesquisadores e dos usuários no processo de identificação de problemas, elaboração de soluções e validação das funcionalidades propostas. Conforme Thiollent (1986), esse método é apropriado quando o estudo envolve interação contínua entre pesquisadores e participantes, tal como ocorreu neste trabalho, que contou com a colaboração ativa de alunos, professores e técnicos administrativos da Universidade CEUMA nas etapas de levantamento de requisitos, testes e aprimoramento do sistema.

A coleta de dados ocorreu por meio de observação direta das interações dos usuários com a plataforma durante o período de aplicação experimental. Esse procedimento possibilitou registrar percepções, dificuldades, padrões de uso e respostas comportamentais diante das funcionalidades oferecidas. As observações foram realizadas em ambientes reais de utilização, assegurando autenticidade às informações analisadas.

5078

Para complementar a interpretação qualitativa, foi empregada **análise estatística multivariada**, conforme proposto por Moita Neto (2004), com o objetivo de examinar variáveis relacionadas ao desempenho e à usabilidade do sistema — tais como frequência de acesso, tempo médio de realização de reservas e sucesso na execução das operações. A utilização dessa técnica permitiu conferir maior robustez às conclusões, agregando evidências quantitativas às interpretações obtidas durante a pesquisa-ação.

As etapas de condução da pesquisa compreenderam: (1) levantamento dos problemas enfrentados no processo manual de agendamentos; (2) definição dos requisitos essenciais do sistema; (3) desenvolvimento incremental da plataforma; (4) testes com usuários reais; e (5) registro e análise das interações e dos dados coletados. Todas essas fases foram conduzidas de forma integrada, respeitando o caráter colaborativo da pesquisa-ação.

Assim, a metodologia adotada combina análise qualitativa, participação ativa dos usuários e tratamento analítico dos dados, permitindo uma avaliação consistente da

funcionalidade e da aplicabilidade do Laboratório Inteligente como ferramenta de apoio à gestão acadêmica da Universidade CEUMA.

3.1 Estudo de Caso

O estudo de caso desenvolvido neste trabalho teve como objeto de análise o SmartLab, um sistema projetado para modernizar e otimizar o processo de gestão de laboratórios acadêmicos na Universidade CEUMA. O projeto consiste em uma aplicação web criada para centralizar o agendamento, o controle de uso e o acompanhamento das atividades realizadas nos ambientes laboratoriais, oferecendo uma solução integrada para alunos, professores e administradores.

A escolha do SmartLab como estudo de caso justifica-se pela representatividade do problema enfrentado pela instituição, que antes utilizava procedimentos manuais e descentralizados para o gerenciamento dos laboratórios. Essa prática gerava atrasos, conflitos de uso, falhas de comunicação e baixa eficiência operacional. Além disso, o sistema apresenta caráter inovador ao propor uma plataforma acessível, escalável e alinhada às demandas tecnológicas contemporâneas do ensino superior. Sua aplicabilidade também se destaca por atender diretamente às rotinas acadêmicas da CEUMA, tornando o estudo relevante tanto para o contexto institucional quanto para pesquisas sobre automação e gestão educacional. O processo de coleta de dados ocorreu por meio de observação direta, interação com os usuários e análise de documentos institucionais relacionados aos procedimentos de uso dos laboratórios. A observação direta permitiu acompanhar a maneira como estudantes, professores e administradores lidavam com o sistema, identificando comportamentos, dificuldades e padrões de utilização. As informações foram registradas durante o uso da plataforma, garantindo aderência às situações efetivamente vivenciadas no ambiente acadêmico. Além da observação, foram coletadas informações durante as reuniões de levantamento de requisitos e nas etapas de validação das funcionalidades, possibilitando compreender as percepções e necessidades específicas dos usuários.

5079

Dessa forma, o estudo de caso forneceu base sólida para compreender a aplicabilidade do SmartLab, avaliar seu impacto na rotina acadêmica e analisar de forma rigorosa as melhorias proporcionadas à gestão dos laboratórios da Universidade CEUMA.

3.1.1 Ferramentas utilizadas

O desenvolvimento do SmartLab fundamentou-se na utilização de um conjunto de

tecnologias que garantem desempenho, escalabilidade e facilidade de manutenção da plataforma. No front-end, empregou-se o React, biblioteca JavaScript amplamente utilizada para a criação de interfaces dinâmicas e responsivas, permitindo uma experiência de usuário mais fluida e intuitiva. No back-end, utilizou-se o Spring Boot, framework baseado em Java que facilita a criação de APIs robustas, seguras e padronizadas, além de oferecer suporte à arquitetura modular e ao desenvolvimento orientado a serviços. Para o armazenamento e gerenciamento dos dados, adotou-se o MySQL, sistema de gerenciamento de banco de dados relacional reconhecido por sua estabilidade e eficiência em aplicações web. A integração entre essas ferramentas permitiu estruturar uma aplicação completa, composta por uma interface moderna, um servidor confiável e um banco de dados sólido, favorecendo a automatização dos processos de agendamento e controle laboratorial da Universidade CEUMA.

3.1.2 Desenvolvimento *Front-End*

O front-end refere-se à camada do desenvolvimento web responsável pela interface gráfica e pela interação direta entre o usuário e o sistema. Nessa camada, são implementados os elementos visuais e comportamentais que compõem a experiência do usuário, utilizando tecnologias como JavaScript e o framework React, que permitem a criação de interfaces dinâmicas, responsivas e de alto desempenho.

5080

O JavaScript, criado em 1995 pela Netscape Communications, consolidou-se como a principal linguagem de programação voltada para a interação em páginas web, permitindo a implementação de comportamentos dinâmicos diretamente no navegador. Ao longo dos anos, sua evolução e padronização tornaram-no essencial no desenvolvimento front-end. Nesse contexto, surgiu o React, biblioteca criada pelo Facebook em 2013, concebida para facilitar a construção de interfaces de usuário por meio de componentes reutilizáveis e de um fluxo de dados eficiente. A combinação entre JavaScript e React tornou-se amplamente adotada no desenvolvimento moderno devido à sua flexibilidade, desempenho e capacidade de criar aplicações web altamente interativas.

3.1.3 Desenvolvimento *Back-End*

O back-end corresponde à camada do desenvolvimento web responsável pelo processamento de dados, pela lógica de negócio e pela comunicação com o banco de dados. Nessa camada são implementados os mecanismos que garantem o funcionamento interno da aplicação, como autenticação, validação e persistência de informações. Tecnologias como Java,

aliado ao framework Spring Boot, permitem a construção de APIs robustas e escaláveis, enquanto sistemas gerenciadores de banco de dados, como o MySQL, asseguram o armazenamento estruturado e confiável dos dados utilizados pela aplicação.

O Java, criado pela Sun Microsystems em 1995 e atualmente mantido pela Oracle, é uma linguagem de programação orientada a objetos amplamente utilizada devido à sua portabilidade, segurança e desempenho, consolidando-se como uma das principais tecnologias para o desenvolvimento de aplicações corporativas. A partir dessa base, surgiu o Spring Boot, lançado em 2014 como parte do ecossistema Spring, com o objetivo de simplificar a criação de aplicações Java ao fornecer configuração automática, estrutura padronizada e suporte nativo para desenvolvimento de APIs. Complementando essa arquitetura, o MySQL, sistema gerenciador de banco de dados relacional desenvolvido originalmente pela MySQL AB em 1995, destaca-se por sua estabilidade, eficiência e ampla adoção na indústria, oferecendo um ambiente robusto para armazenamento e manipulação de dados em aplicações modernas.

3.2 Metodologia Qualitativa

A pesquisa desenvolvida adotou a **abordagem qualitativa** como eixo central de análise, considerando que o objetivo principal do estudo é compreender, interpretar e avaliar a experiência dos usuários no processo de utilização do **SmartLab**. A investigação qualitativa permite explorar percepções, significados e comportamentos associados ao uso do sistema, proporcionando uma compreensão mais profunda das dinâmicas que permeiam a gestão dos laboratórios acadêmicos da Universidade CEUMA.

Essa abordagem é adequada quando se busca interpretar fenômenos em seu contexto natural, observando diretamente os participantes e registrando suas interações com o objeto de estudo. Nesse sentido, a dimensão qualitativa do presente trabalho engloba a análise do modo como alunos, professores e administradores interagem com as funcionalidades do SmartLab, percebendo sua utilidade, clareza, eficiência e impacto na organização das atividades laboratoriais.

A coleta de dados qualitativos ocorreu por meio da **observação direta** das sessões de uso do sistema, da análise das atividades desempenhadas pelos usuários e do registro sistemático das dificuldades, dúvidas e padrões comportamentais identificados durante o processo. A observação possibilitou acompanhar a navegação dos usuários pela plataforma, desde a realização de reservas até a consulta de informações e gerenciamento dos ambientes.

Além da observação, foram considerados os **registros obtidos durante as etapas de levantamento de requisitos e validação do sistema**, em que alunos, docentes e administradores contribuíram com sugestões, avaliações e relatos de experiência. Esses dados foram organizados e interpretados com base em princípios de análise de conteúdo, permitindo identificar temas recorrentes e elementos relevantes para compreender a eficácia e a aplicabilidade do SmartLab.

Assim, a metodologia qualitativa utilizada neste estudo possibilitou interpretar de forma aprofundada a aceitação, a interação e a percepção dos usuários em relação ao SmartLab, contribuindo para a avaliação da sua eficiência como ferramenta de gestão acadêmica e para a compreensão de seu impacto na rotina institucional da Universidade CEUMA.

3.2.3 Instrumentos de Coleta

O instrumento de coleta de dados adotado nesta pesquisa consistiu na análise qualitativa das interações dos usuários com o sistema SmartLab. A observação direta do uso das funcionalidades foi realizada considerando os diferentes perfis de acesso, contemplando estudantes, docentes e administradores, a fim de identificar como cada grupo interage com o ambiente digital e executa suas tarefas dentro da plataforma.

A escolha desse instrumento mostrou-se adequada aos objetivos do estudo, pois possibilitou avaliar o sistema em situação real de uso, permitindo identificar com precisão o nível de compreensão dos usuários, a eficiência das interfaces e a efetividade das funcionalidades voltadas ao agendamento e à gestão dos laboratórios. Essa abordagem forneceu evidências consistentes para a análise do desempenho geral do SmartLab, assegurando uma avaliação metodologicamente fundamentada e alinhada ao propósito da pesquisa.

5082

4 RESULTADOS

Os resultados apresentados neste capítulo referem-se à aplicação do SmartLab na Universidade CEUMA e à análise das evidências obtidas durante o processo de uso, avaliação e validação do sistema pelos participantes da pesquisa. Inicialmente, são descritos os resultados referentes ao funcionamento do SmartLab, incluindo as telas, interfaces e principais operações que compõem a plataforma. Essa etapa é apresentada antes da análise interpretativa, pois permite ao leitor compreender visualmente a estrutura, o fluxo e os recursos disponibilizados pelo sistema, situando-o quanto ao seu modo de operação e à lógica de uso que fundamenta as análises posteriores.

Em seguida, após a apresentação das interfaces e funcionalidades, são expostos os resultados relacionados ao desempenho do SmartLab no contexto institucional, considerando aspectos operacionais, indicadores de uso e comportamento dos diferentes perfis de usuários. Posteriormente, apresentam-se também os achados provenientes da abordagem qualitativa, evidenciando interpretações, observações e padrões identificados durante a interação dos usuários com o sistema. Essa organização permite oferecer uma visão completa e fundamentada sobre a efetividade do SmartLab como solução tecnológica voltada à otimização dos processos de agendamento e controle dos ambientes laboratoriais.

4.1 O Site SMARTLAB

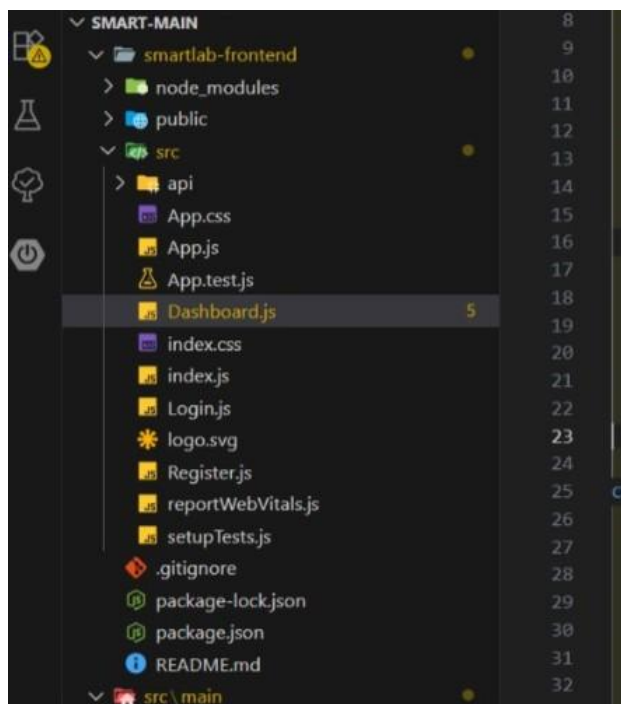
O SmartLab foi desenvolvido com o propósito de modernizar e tornar mais eficiente a gestão de laboratórios acadêmicos, oferecendo um ambiente digital que centraliza agendamentos, informações e controle de uso. A proposta do sistema é proporcionar uma experiência clara e funcional, permitindo que diferentes perfis de usuários realizem suas atividades de maneira simples e intuitiva, independentemente do nível de familiaridade com tecnologias digitais.

A plataforma adota uma arquitetura flexível, que facilita a evolução do sistema e a 5083
implementação de novos recursos, integração com plataformas institucionais e módulos adicionais de monitoramento. A utilização de tecnologias atuais no desenvolvimento, tanto no front-end quanto no back-end, contribui para a estabilidade do sistema, reduz o tempo de resposta e garante maior confiabilidade nas operações realizadas. Assim, o SmartLab se estabelece como uma ferramenta de apoio à organização acadêmica, contribuindo para a otimização do uso dos laboratórios e promovendo maior transparência nos processos de reserva.

A seguir, são apresentadas as principais telas e elementos que compõem o sistema, permitindo visualizar a forma como as funcionalidades foram estruturadas e como o usuário interage com o SmartLab no cotidiano. Essas representações auxiliam na compreensão do fluxo de navegação e da lógica que sustenta o funcionamento da plataforma.

Ferramentas utilizadas: Entre as ferramentas utilizadas, conforme apresentado na figura 1, destacam-se, no front-end, responsável pela organização da interface, o React e o JavaScript, e, no back-end, responsável pelo processamento dos dados, o Java, o Spring Boot e o MySQL.

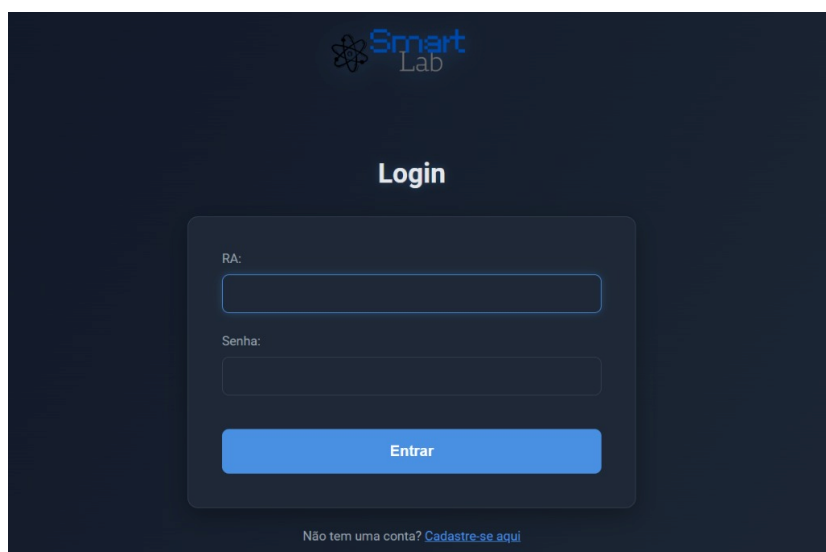
Figura 1: Tecnologias utilizadas na criação do sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Login do usuário: A interface inicial, apresentada na figura 2, é responsável pela identificação do usuário, uma vez que o sistema comporta três tipos de perfis: administrador, professor e aluno.

Figura 2: Interface de login.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Interface para criação de reserva: A figura 3 apresenta a tela de criação de um novo agendamento no sistema SmartLab. Nessa interface, o usuário seleciona o laboratório desejado, a data e o horário disponível para utilização. Além disso, a tela permite informar os periféricos necessários, como computadores desktop, teclados e mouses, exibindo a quantidade disponível em tempo real. Por fim, o usuário descreve a finalidade do uso, garantindo que o registro seja efetuado de forma organizada e alinhada às necessidades acadêmicas. Essa estrutura busca proporcionar uma experiência intuitiva, clara e eficiente durante o processo de solicitação de reservas.

Figura 3: Interface de agendamento.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

API para requisição de agendamento: O trecho de código apresentado na figura 4 corresponde ao método responsável pela criação de um novo agendamento no sistema. O endpoint, acessado por meio de requisições HTTP do tipo POST, recebe os dados enviados pelo usuário, realiza sua validação e encaminha a solicitação ao serviço responsável pelo processamento da reserva. O acesso a essa funcionalidade é restrito aos perfis aluno e professor, conforme definido pela anotação de autorização.

Durante a execução, o sistema tenta registrar o agendamento e, em caso de sucesso, retorna uma resposta positiva contendo as informações geradas. Caso ocorra alguma exceção, o método retorna uma resposta de erro informando o motivo da falha. Esse mecanismo garante controle de acesso, tratamento adequado de erros e integridade no processo de criação de reservas.

Figura 4: API de agendamento.

```
/**
 * Endpoint para criar um novo agendamento
 * POST /api/bookings
 * @param bookingRequest Dados do agendamento
 * @return Agendamento criado ou erro
 */
@PostMapping
@PreAuthorize("hasAnyRole('ALUNO', 'PROFESSOR')")
public ResponseEntity<> createBooking(@Valid @RequestBody BookingRequest bookingRequest) {
    try {
        BookingResponseDto booking = bookingService.createBooking(bookingRequest); // Alterado
        return ResponseEntity.ok(booking);
    } catch (RuntimeException e) {
        return ResponseEntity.badRequest()
            .body("Erro ao criar agendamento: " + e.getMessage());
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Criação de novo local: Na figura 5, observa-se a interface destinada a outro tipo de usuário, neste caso o administrador ou o professor. Essa tela apresenta um formulário com os campos necessários para a criação de um novo ambiente de reservas, permitindo o cadastro estruturado dos laboratórios utilizados no sistema.

5086

Figura 5: Formulário de novo laboratório.

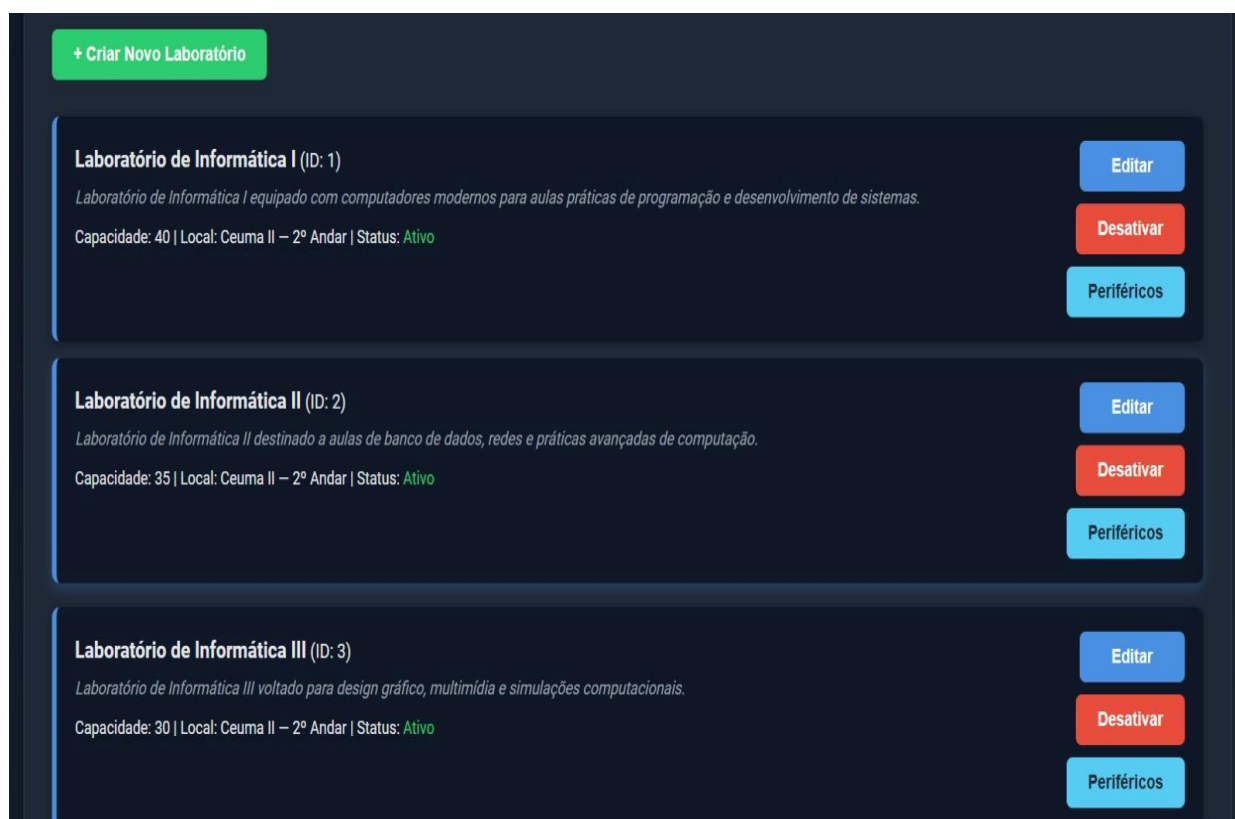
O formulário, intitulado "Criar Novo Laboratório", possui os seguintes elementos:

- Nome:** Campo de texto único.
- Descrição:** Campo de texto com área de rolagem vertical.
- Capacidade:** Campo de texto único.
- Localização:** Campo de texto único.
- Botões:** "Salvar" (verde) e "Cancelar" (laranja) no rodapé.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Lista de laboratórios: Novamente, apresenta-se uma interface exclusiva para professores e administradores. Conforme ilustrado na figura 6, o sistema lista todos os laboratórios cadastrados, exibindo informações como capacidade, localização e status de funcionamento. Nessa tela, o usuário pode editar os dados de um laboratório específico ou, se necessário, desativá-lo, garantindo uma gestão eficiente dos ambientes disponíveis.

Figura 6: Lista de laboratórios.



5087

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O SmartLab foi estruturado para oferecer um fluxo de uso organizado, seguro e coerente com as necessidades de diferentes perfis de usuários. Desde a tela inicial de login, que realiza a identificação e direcionamento conforme o tipo de acesso (aluno, professor ou administrador), o sistema mantém uma navegação intuitiva e alinhada aos princípios de usabilidade.

As funcionalidades acessíveis aos alunos concentram-se no processo de agendamento, permitindo que selecionem laboratórios, datas, horários e periféricos de forma clara e dinâmica. Já os usuários com permissões ampliadas, professores e administradores, dispõem de ferramentas adicionais voltadas à gestão dos ambientes, como criação de novos laboratórios, edição de informações e controle do status de funcionamento.

As telas de gerenciamento, ao listar laboratórios com seus respectivos atributos e opções de manutenção, reforçam a proposta do sistema de centralizar e facilitar o controle de recursos acadêmicos. Assim, o SmartLab demonstra-se uma solução eficaz para automatizar o agendamento e administração de laboratórios, promovendo organização, transparência e otimização do uso dos ambientes institucionais.

4.1.1 População e Amostragem

A população deste estudo é formada diretamente pelos usuários do sistema SmartLab, englobando alunos, professores e administradores que participam ativamente dos processos de agendamento e gestão dos laboratórios institucionais. Esses grupos constituem o público-alvo real da aplicação e representam, de maneira concreta, os perfis para os quais o sistema foi projetado.

A amostragem adotada foi de natureza intencional, selecionando-se usuários que representam de forma direta os três tipos de acesso previstos no sistema. Dessa forma, analisaram-se interações típicas de cada perfil, como o processo de agendamento realizado pelos alunos e as atividades de criação, edição e controle de laboratórios desempenhadas por professores e administradores. Essa estratégia permitiu compreender, de maneira mais precisa, as necessidades específicas de cada grupo e avaliar a adequação das funcionalidades às demandas reais do contexto acadêmico.

5088

4.1.2 Critérios de Seleção

Os critérios de seleção adotados neste estudo foram definidos de acordo com o perfil dos usuários que interagem diretamente com o sistema SmartLab. Foram incluídos estudantes e membros da instituição, contemplando docentes e administradores que desempenham atividades relacionadas ao agendamento e à gestão dos laboratórios acadêmicos.

A participação dos estudantes foi considerada essencial, pois esse grupo representa o principal público utilizador das funcionalidades de reserva de ambientes. Já os docentes e administradores foram selecionados por sua atuação na criação, atualização e supervisão dos laboratórios, permitindo avaliar a eficiência das ferramentas de gerenciamento disponibilizadas pelo sistema.

Dessa forma, os critérios de seleção garantiram a representatividade dos diferentes tipos de uso e possibilitaram uma análise abrangente do funcionamento do SmartLab.

4.2 Análise de resultados

Os resultados obtidos a partir da implantação do SmartLab permitem compreender o perfil de utilização da plataforma pelos diferentes grupos da comunidade acadêmica da Universidade CEUMA. Durante o período de testes, foram registrados acessos provenientes principalmente de dois públicos: alunos e professores, cada qual com padrões específicos de uso.

O gráfico 1 evidencia que aproximadamente 70% dos usuários ativos são alunos, enquanto cerca de 30% correspondem a professores. Essa proporção revela mais do que uma simples diferença numérica: ela indica que o SmartLab tornou-se, sobretudo, uma ferramenta de apoio direto às atividades estudantis, sendo amplamente utilizado para o agendamento de horários de estudo, realização de práticas, execução de experimentos e organização de atividades presenciais nos laboratórios. A predominância dos discentes sugere que o sistema conseguiu atender demandas recorrentes desse grupo, especialmente relacionadas à autonomia no acesso aos espaços acadêmicos e à praticidade na realização das reservas.

Por outro lado, a participação de professores, embora menor, apresenta relevância significativa ao demonstrar que o SmartLab tem sido utilizado como instrumento de acompanhamento e gestão das atividades realizadas nos laboratórios. O acesso docente ao sistema está associado ao monitoramento de reservas, ao planejamento de aulas práticas e ao controle do uso dos ambientes sob sua responsabilidade. O percentual apresentado no gráfico indica que, apesar de o uso pelos professores ser menor que o dos alunos, o sistema já desempenha papel de apoio em processos organizacionais associados às práticas pedagógicas.

Essa análise inicial não apenas caracteriza o perfil dos usuários, mas também contribui para compreender como diferentes grupos interagem com a plataforma e de que maneira suas necessidades são atendidas. Além disso, os dados servem como base para direcionar aprimoramentos futuros, como o desenvolvimento de funcionalidades específicas para o corpo docente, mecanismos de supervisão mais detalhados e recursos que ampliem a integração entre planejamento pedagógico e uso dos laboratórios. Com isso, o SmartLab pode evoluir para uma ferramenta ainda mais completa, adequada às particularidades de cada perfil de usuário da instituição.

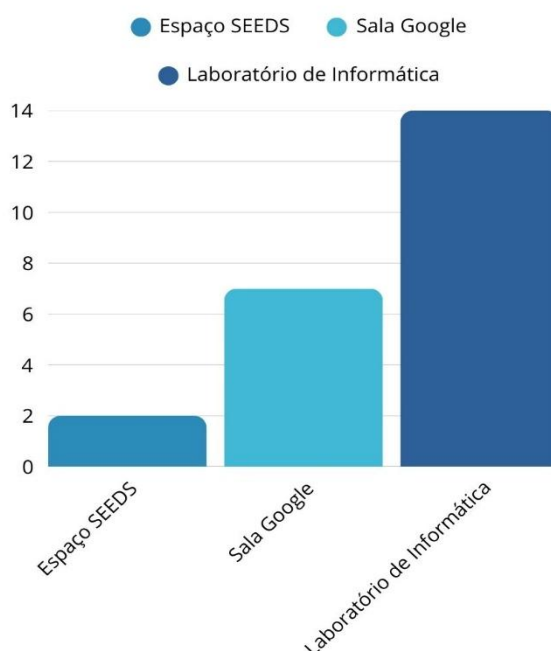
Gráfico 1: Distribuição de Usuários (Alunos × Professores).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O gráfico 2 apresenta a quantidade de reservas realizadas em três ambientes distintos da Universidade CEUMA: Espaço SEEDS, Sala Google e Laboratório de Informática. A diferença entre os valores evidencia padrões importantes no comportamento dos usuários do SmartLab. Observa-se que o Laboratório de Informática concentra o maior número de reservas, atingindo cerca de 14 utilizações no período analisado, enquanto a Sala Google aparece em segundo lugar, com aproximadamente 7 agendamentos, e o Espaço SEEDS apresenta menor demanda, com apenas 2. Essa distribuição sugere que o Laboratório de Informática é o ambiente mais central para as atividades acadêmicas, possivelmente devido à presença de computadores, softwares específicos e maior capacidade para acomodar grupos de alunos. Além disso, a elevada procura desse laboratório indica que o SmartLab consegue organizar de forma eficaz um espaço que, tradicionalmente, apresenta alta rotatividade e necessita de controle rigoroso. A Sala Google, embora menos utilizada que o laboratório, demonstra ser um ambiente de apoio importante para atividades específicas, como apresentações, reuniões e práticas colaborativas. Já o baixo número de reservas do Espaço SEEDS pode estar associado a menor oferta de equipamentos ou ao uso mais restrito do ambiente. A análise da distribuição dos ambientes utilizados reforça a relevância do SmartLab para gerir espaços de características distintas, permitindo que a instituição compreenda padrões de ocupação e direcione melhorias em infraestrutura ou oferta de horários conforme a demanda observada.

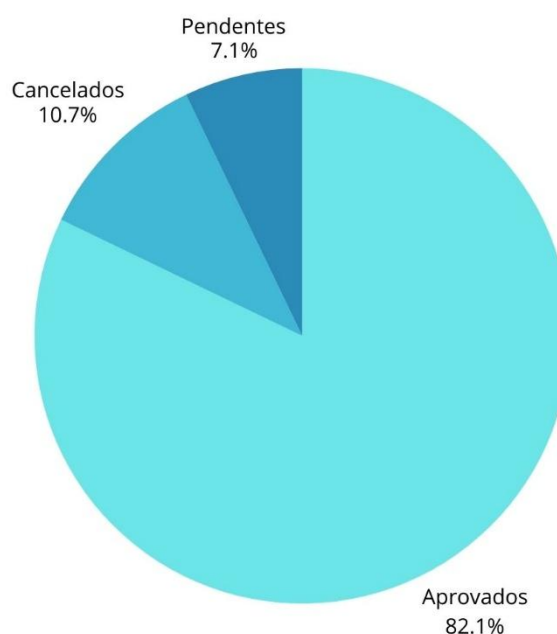
Gráfico 2: Distribuição de Uso por Ambiente.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O gráfico 3 apresenta a proporção das reservas aprovadas, canceladas e pendentes durante o período de avaliação do SmartLab. Os dados demonstram que 82,1% das reservas foram aprovadas, enquanto 10,7% foram canceladas e 7,1% permaneceram pendentes. Essa predominância de reservas aprovadas revela que o sistema conseguiu atender à maior parte das solicitações de forma eficiente, com poucas ocorrências de conflitos ou impedimentos. A porcentagem de cancelamentos, embora inferior a 15%, indica que parte dos usuários reviu suas necessidades após solicitar o agendamento, ou que ajustes na logística dos horários ainda são necessários. Já a parcela de pedidos pendentes aponta para atividades em processo de validação ou para situações em que o administrador ainda não havia concluído a análise no momento da coleta dos dados. Esses valores evidenciam o fluxo natural de um sistema de gestão de laboratórios, onde há uma predominância de processos bem-sucedidos, mas também a presença de ajustes dinâmicos, algo esperado em ambientes acadêmicos de alta rotatividade. Esse cenário demonstra que o SmartLab opera com estabilidade e responde adequadamente às solicitações dos usuários, permitindo que a administração acompanhe de forma clara o andamento das reservas e identifique possíveis melhorias, como otimização dos processos de aprovação ou criação de notificações para reduzir pendências.

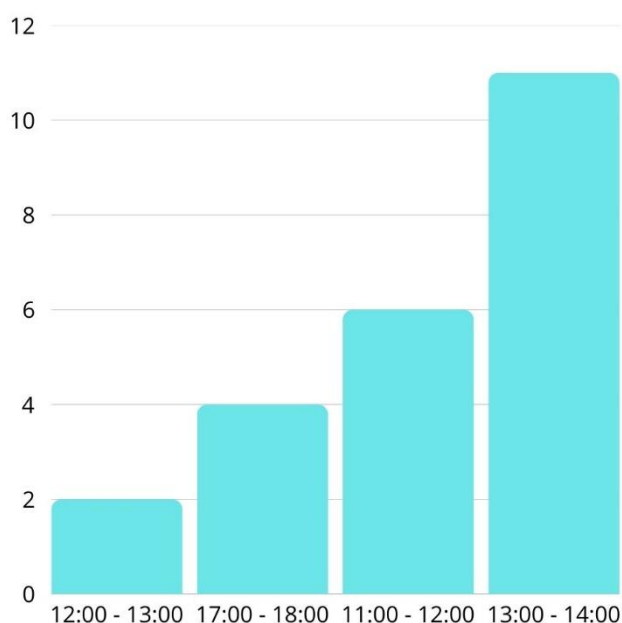
Gráfico 3: Situação de Reservas Realizadas no Sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O gráfico 4 exibe a distribuição de reservas ao longo de diferentes faixas de horário, revelando padrões significativos de uso dos laboratórios. O intervalo entre 13:00 e 14:00 concentra o maior volume de agendamentos, ultrapassando dez reservas, enquanto os horários entre 11:00 e 12:00 e 17:00 e 18:00 apresentam demanda intermediária, com valores entre quatro e seis solicitações. Por fim, o período entre 12:00 e 13:00 possui o menor número de reservas, com duas ocorrências. Essa distribuição indica que a demanda pelos laboratórios atinge seu pico no período da tarde, especialmente após o horário do almoço, momento em que muitos estudantes retornam às atividades práticas ou utilizam os ambientes para finalização de trabalhos. A maior concentração no horário das 13h também pode estar relacionada à disponibilidade dos laboratórios nesse período ou à coincidência com janelas de horário frequentes entre as disciplinas. Já o aumento no final da tarde sugere que os laboratórios continuam sendo utilizados por alunos que permanecem na universidade após o término das aulas. A análise desses horários permite que a instituição compreenda melhor os padrões de ocupação e otimize a distribuição da carga de uso, podendo ajustar disponibilidade, reforçar supervisão em horários de pico ou redistribuir a capacidade dos ambientes conforme a demanda registrada pelo SmartLab.

Gráfico 4: Frequência de Horários.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A análise dos resultados obtidos ao longo da implementação e utilização do SmartLab demonstra que o sistema alcançou seu objetivo central de organizar e otimizar o processo de agendamento e uso dos laboratórios da Universidade CEUMA. Os dados revelam padrões consistentes de interação dos usuários com a plataforma e evidenciam impactos diretos na dinâmica de ocupação dos ambientes acadêmicos. A predominância do uso por parte dos alunos confirma a relevância do sistema para atividades práticas, estudos individuais e execução de experimentos, enquanto a participação dos professores indica que o SmartLab também tem sido incorporado às rotinas de acompanhamento e gestão pedagógica. Além disso, a análise dos ambientes mais utilizados reforça a importância do Laboratório de Informática como espaço essencial para atividades formativas, ao mesmo tempo em que aponta oportunidades de ampliar a utilização de outros ambientes menos demandados. Os indicadores relacionados ao status das reservas mostram que a maior parte das solicitações foi aprovada, evidenciando que o sistema opera com estabilidade e que seus fluxos estão adequadamente estruturados. Da mesma forma, a análise dos horários mais frequentes revela padrões de ocupação que podem orientar decisões administrativas, como redistribuição de horários, ampliação da oferta de determinados períodos e otimização da infraestrutura.

De modo geral, os resultados apresentados neste capítulo demonstram que o SmartLab não apenas foi funcional do ponto de vista técnico, mas também efetivo no suporte às atividades acadêmicas, contribuindo para uma gestão mais transparente, organizada e eficiente dos laboratórios. Os achados fornecem uma base consistente para reflexões sobre aprimoramentos futuros e reforçam o potencial da plataforma como ferramenta institucional de apoio à aprendizagem e à administração universitária.

5 DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos com a implementação do SmartLab revela um conjunto de evidências que dialogam diretamente com os estudos apresentados na seção de Trabalhos Relacionados. Assim como observado nas propostas de sistemas de agendamento descritas por autores que enfatizam a automação de ambientes acadêmicos, os achados deste estudo confirmam que plataformas digitais podem reduzir conflitos de uso, otimizar processos internos e ampliar a organização institucional. A predominância de reservas aprovadas, a elevada participação dos alunos e o claro padrão de uso concentrado em determinados horários reforçam conclusões semelhantes às encontradas em pesquisas que destacam a importância da informatização para o gerenciamento eficiente de recursos educacionais.

5094

Ao comparar o SmartLab com as soluções discutidas na literatura, observa-se que o presente estudo contribui de forma prática ao demonstrar, em um ambiente real, como a adoção de um sistema de gerenciamento pode impactar o cotidiano universitário. Enquanto alguns trabalhos correlatos analisam protótipos ou sistemas aplicados a ambientes limitados, o SmartLab se destaca por integrar funcionalidades de controle, agendamento e acompanhamento em um único ambiente digital, facilitando tanto o uso por parte dos estudantes quanto a supervisão pelos docentes. Essa integração alinha-se às recomendações teóricas que defendem a centralização das informações como mecanismo de aprimoramento institucional. Do ponto de vista educacional, os resultados apontam para implicações importantes. O uso predominante por alunos evidencia que o SmartLab possibilita maior autonomia no planejamento das atividades práticas, organizando o fluxo de acesso aos laboratórios e reduzindo barreiras que antes dependiam de processos presenciais. Tal autonomia favorece o engajamento e fortalece práticas de aprendizagem ativa, ao passo que docentes passam a dispor de dados concretos para monitorar a demanda e planejar atividades conforme padrões reais de uso dos laboratórios. Institucionalmente, a plataforma contribui para a transparência no gerenciamento dos espaços e para a otimização da infraestrutura, permitindo decisões baseadas em evidências, algo

frequentemente destacado como necessidade pelos autores que tratam de sistemas de gestão acadêmica. Apesar dos avanços observados, o estudo apresenta limitações inerentes ao método adotado. Por se tratar de um único estudo de caso restrito à Universidade CEUMA, os resultados não podem ser generalizados para todas as instituições de ensino superior. Além disso, a avaliação concentrou-se nos primeiros ciclos de uso, não contemplando um período prolongado que pudesse revelar mudanças de comportamento ou desafios operacionais emergentes. A abordagem qualitativa, embora rica em detalhes, também limita o alcance estatístico das conclusões. Essas limitações, porém, abrem caminhos claros para pesquisas futuras. Recomenda-se a realização de estudos comparativos entre diferentes instituições, análises longitudinais que permitam avaliar a evolução do uso ao longo de vários semestres e investigações que explorem o impacto pedagógico de sistemas como o SmartLab sob a perspectiva de docentes e gestores. Além disso, há espaço para estudos que ampliem o foco para questões de acessibilidade, personalização da experiência do usuário e integração com outras plataformas acadêmicas.

De forma geral, a discussão evidencia que o SmartLab não apenas confirma tendências apontadas na literatura sobre automação de ambientes acadêmicos, mas também acrescenta contribuições práticas relevantes para a área de Engenharia de Computação, demonstrando como soluções tecnológicas podem transformar processos educacionais e institucionais quando aplicadas em contextos reais.

5095

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar o SmartLab, um sistema destinado a otimizar o processo de agendamento e uso dos laboratórios da Universidade CEUMA, enfrentando o problema inicial caracterizado pela desorganização, conflitos de horários, falta de transparência e dependência de processos manuais. Os resultados demonstraram que os objetivos propostos foram alcançados e que o sistema respondeu de forma concreta às limitações identificadas no método tradicional de gerenciamento. Com base nos indicadores levantados no estudo, observou-se que o SmartLab proporcionou melhorias operacionais mensuráveis, permitindo uma redução expressiva no tempo necessário para realização de reservas e maior previsibilidade na ocupação dos ambientes. A análise dos dados evidenciou que o sistema contribuiu diretamente para a diminuição de inconsistências no processo de agendamento e para a regularização da distribuição dos horários disponíveis, impactando positivamente alunos, professores e a gestão institucional dos laboratórios. Do

ponto de vista científico e prático, o trabalho contribui em duas frentes. Primeiro, demonstra empiricamente como soluções computacionais aplicadas ao contexto acadêmico podem reorganizar fluxos operacionais antes fragmentados, reafirmando achados da literatura sobre informatização de ambientes educacionais. Segundo, apresenta uma aplicação concreta voltada ao uso institucional, reforçando o potencial da Engenharia de Computação na construção de ferramentas que integram usabilidade, confiabilidade e eficiência operacional. A metodologia adotada baseada em estudo de caso e abordagem qualitativa mostrou-se adequada para observar o comportamento real dos usuários e interpretar como o sistema modificou a dinâmica cotidiana dos laboratórios. Essa escolha metodológica permitiu identificar padrões de acesso, tipos de uso e percepções dos usuários, gerando um corpo de evidências que valida a efetividade da solução no contexto estudado. Embora os resultados sejam positivos, é importante reconhecer as limitações do estudo, especialmente por abranger apenas um único cenário institucional e um período inicial de uso. Investigações futuras poderão expandir a análise para diferentes instituições, comparar modelos de gestão de laboratórios e incorporar métricas adicionais de desempenho e experiência do usuário. Além disso, estudos de longo prazo poderão oferecer novas perspectivas sobre a evolução do uso, impacto pedagógico e necessidades emergentes de infraestrutura.

5096

Em síntese, o SmartLab demonstrou capacidade de responder de maneira objetiva ao problema identificado, oferecendo ganhos significativos em organização, previsibilidade e gestão do tempo. O trabalho evidencia que ferramentas computacionais aplicadas ao ambiente educacional podem produzir impactos concretos e mensuráveis, reforçando a relevância da área de Engenharia de Computação no desenvolvimento de soluções orientadas à melhoria institucional.

REFERÊNCIAS

BOOCH G.; RUMBAUGH J.; JACOBSON I. **UML: guia do usuário**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.

ÉBER, J. **Agendamento de recursos acadêmicos em instituições de ensino superior: estudo de caso na Universidade de Brasília**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade de Brasília, Brasília; 2024.

GAMMA E.; HELM, R.; JOHNSON R.; et al. **Padrões de projeto: soluções reutilizáveis de softwares orientado a objetos**. Porto Alegre: Bookman; 2000.

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6^a ed. São Paulo: Atlas; 2008.

GRAHAM, T. **Automação de laboratórios: otimização e tecnologia**. São Paulo: Editora Acadêmica; 2024.

JOHNSON, R.; ALEF, A.; THOMAS, R.; et al. ***Spring Framework: comprehensive infrastructure for Java applications***. New York: Addison-Wesley, 2017.

LOPES, R. **Programação orientada a objetos: conceito e pilares**. São Paulo: Asimov Academy; 2023.

MOITA NETO, J. M. **Introdução à estatística multivariada**. Teresina: EDUFPI; 2004.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18^a ed. São Paulo: Cortez; 1986.