

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB COM HOSPEDAGEM LOCAL PARA CONTROLE DE ACESSO INDUSTRIAL: ESTUDO DE CASO EM UMA METALÚRGICA NO PARÁ

Lucas Ruan da Silva de Carvalho

Engenharia de Computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)

Abstract. This paper presents the Access Control Web System, a platform designed to manage the physical access of individuals in an industrial environment. Developed as a case study at a metallurgical company in Pará, the system allows employees and visitors to register their entries and exits using a unique ID. The application stores access data, such as date, time, and user information, in a local NoSQL database, in accordance with the company's internal data protection policies. It includes real-time dashboards and an emergency report feature that lists individuals currently within the facility, assisting in evacuation scenarios. The system is hosted locally on the company's internal network, ensuring access is restricted and secure. The platform was developed using JavaScript, Vue.js, and Tailwind CSS for the interface, Node.js for the server, and MongoDB for the database.

Keywords: Access control, industrial security, local hosting, web systems, real-time monitoring.

Resumo. O trabalho apresenta o Sistema Web de Controle de Acesso, uma plataforma projetada para gerenciar o acesso físico de pessoas em ambientes industriais. Desenvolvido como estudo de caso em uma indústria metalúrgica no Pará, o sistema permite que funcionários e visitantes registrem suas entradas e saídas por meio de um ID individual. A aplicação armazena os dados de acesso, como data, hora e informações do usuário, em um banco de dados não relacional local, em conformidade com as políticas internas de proteção de dados da empresa. Inclui dashboards em tempo real e uma funcionalidade de relatório de emergência que lista as pessoas ainda presentes nas instalações, auxiliando em cenários de evacuação. O sistema é hospedado localmente na rede interna da empresa, garantindo acesso restrito e seguro. A plataforma foi desenvolvida com JavaScript, Vue.js e Tailwind CSS para a interface, Node.js no servidor e MongoDB como banco de dados.

Palavras-chave: Controle de acesso, segurança industrial, hospedagem local, sistemas web, monitoramento em tempo real.

1. Introdução

A segurança física nas instalações industriais é um elemento crucial para garantir a integridade dos trabalhadores, visitantes e ativos operacionais. Em empresas de grande porte, especialmente no setor metalúrgico, a complexidade das operações exige mecanismos rigorosos de controle de acesso, que assegurem não apenas a entrada autorizada, mas também a rastreabilidade de todas as movimentações dentro da planta (SOMMERVILLE, 2007; ABNT NBR ISO 45001, 2018).

No entanto, é comum que sistemas de controle de acesso adotados por essas organizações enfrentam desafios relacionados à confiabilidade, integração e aderência às políticas internas de segurança da informação. Em unidades industriais, com políticas mais restritivas, como é o caso de algumas plantas localizadas no Pará, tais políticas exigem que todos os dados sensíveis sejam armazenados localmente, sem qualquer tipo de comunicação com servidores externos ou serviços em nuvem. Essa exigência, embora necessária para proteger informações estratégicas e garantir conformidade normativa, impõe restrições ao uso de soluções comerciais amplamente disponíveis, muitas das quais operam com armazenamento remoto e dependem de conexão à internet.

Na unidade estudada, o sistema de controle de acesso anteriormente utilizado passou a apresentar falhas operacionais recorrentes, comprometendo a confiabilidade dos registros e criando lacunas críticas no monitoramento da presença de pessoas. Tal falha compromete não apenas a segurança patrimonial, mas também a resposta da empresa em situações emergenciais, como evacuações, nas quais é imprescindível saber, com precisão, quem permanece dentro da planta.

Nesse contexto, desenvolveu-se um sistema web de controle de acesso com hospedagem local, capaz de registrar entradas e saídas por meio de identificação individual, manter os dados armazenados em um servidor interno e oferecer visualização em tempo real dos acessos ativos. A proposta visa atender, de forma temporária, mas eficaz, à lacuna deixada pela falha do sistema anterior, permitindo à

unidade manter suas operações de forma segura e conforme suas diretrizes internas.

Além disso, a aplicação contempla funcionalidades críticas para a rotina da planta, como a geração de relatórios de emergência com informações sobre pessoas ainda presentes no ambiente. O sistema foi idealizado para funcionar de forma intuitiva, com foco na praticidade de uso pelos colaboradores e equipes de segurança, sem abrir mão de critérios essenciais como desempenho, proteção de dados e disponibilidade local.

Este artigo descreve o desenvolvimento da solução, destacando as escolhas técnicas e os desafios enfrentados para atender aos requisitos de segurança e operação da empresa. Por fim, discute-se o potencial da aplicação como ferramenta de apoio até a implementação de um sistema corporativo definitivo.

2. Trabalhos correlatos

Diversas pesquisas têm explorado o desenvolvimento de sistemas de controle de acesso voltados à segurança física e à gestão de presença em ambientes institucionais e corporativos. Embora apresentem soluções tecnicamente viáveis, ainda há desafios quanto à integração em redes isoladas e à hospedagem local, aspectos essenciais para o contexto industrial abordado neste estudo.

Pavan (2018) propôs um sistema web para controle de acesso de visitantes e funcionários em uma instituição pública, utilizando tecnologias web como PHP, MySQL e JavaScript. A solução apresentou boa usabilidade e registro de logs de acesso, permitindo o acompanhamento das movimentações em tempo real. Apesar disso, o estudo não abordou a possibilidade de implantação em ambiente de intranet ou hospedagem local, sendo concebido com arquitetura voltada para servidores remotos e dependente de conectividade externa. Essa característica limita sua aplicabilidade em contextos industriais que exigem isolamento de rede e processamento totalmente interno.

Francelino e Tomazeti (2021) desenvolveram o AcessaIFSP, um protótipo de sistema de controle de acesso aplicado ao Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Hortolândia, utilizando a plataforma Arduino com módulo RFID e um banco de dados MySQL integrado a uma aplicação web. O sistema possibilita a identificação automática de alunos e servidores por meio de crachás com antenas RFID, exibindo os dados do usuário em tempo real e permitindo a geração de relatórios de acesso e

permanência. Apesar de sua eficiência em ambientes acadêmicos, o sistema foi projetado para intranet e não contempla requisitos específicos de segurança industrial, como isolamento de rede e hospedagem local segura.

Figueira (2023) apresentou um Sistema de Controle e Gerenciamento de Acesso modular que integra múltiplas formas de autenticação, senha eletrônica, RFID e reconhecimento facial, implementado em Raspberry Pi com banco MariaDB e interface web em PHP, HTML e CSS. O sistema utiliza uma rede neural LSTM para o reconhecimento facial e propõe uma arquitetura distribuída baseada em módulos interconectados via API Socket. A proposta se destaca pela incorporação de aprendizado de máquina e biometria ao controle físico de acesso, representando um avanço significativo em relação a soluções tradicionais

Lemos et al. (2024) apresentaram um sistema de controle de acesso através de reconhecimento facial com monitoramento remoto, projetado para aprimorar a segurança e eficiência em diferentes organizações. A solução utiliza módulos ESP32Cam e ESP32 WROOM para captura e processamento de imagens faciais em tempo real, associando um fecho eletromagnético controlado por autenticação facial. O sistema incorpora tecnologias de Inteligência Artificial e Internet das Coisas (AIoT), permitindo o monitoramento remoto via WebSocket e HTTP, além de uma interface gráfica desenvolvida em Python com bibliotecas como OpenCV, TensorFlow e face_recognition. O protótipo, de baixo custo e hospedagem local, demonstrou alto potencial de aplicação prática em ambientes que demandam controle de acesso seguro e descentralizado. Apesar do foco em monitoramento remoto, o estudo reforça o uso de reconhecimento facial embarcado e armazenamento local de dados, aspectos que dialogam com os objetivos de segurança e isolamento de rede propostos neste trabalho.

Diante desses estudos, a presente proposta diferencia-se ao combinar tecnologias web modernas, como Vue.js, Node.js e MongoDB, com hospedagem local e dados em tempo real, visando atender às demandas de segurança e rastreabilidade em ambientes industriais. A solução busca, portanto, preencher uma lacuna identificada nas abordagens anteriores, oferecendo um sistema robusto, de fácil operação e aderente às políticas de segurança da informação aplicáveis ao contexto fabril.

3. Referencial teórico e técnico

A construção de sistemas web modernos exige o uso de tecnologias que conciliam desempenho, escalabilidade, flexibilidade e facilidade de manutenção. Em especial, soluções que envolvem controle de acesso em ambientes industriais devem ser desenvolvidas com ferramentas confiáveis, eficientes e compatíveis com a restrição de hospedagem local, prática comum em organizações com políticas rigorosas de segurança da informação. Esta seção apresenta os principais conceitos e tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema proposto, destacando suas características e justificativas de uso no contexto da aplicação industrial.

3.1 Aplicações Web e o Conceito de Single Page Application (SPA)

O desenvolvimento de sistemas web evoluiu significativamente nas últimas décadas, migrando de aplicações estáticas para plataformas dinâmicas e interativas. Dentro desse contexto, as Single Page Applications (SPA) surgiram como uma abordagem que permite o carregamento inicial de uma única página, com a atualização dinâmica de seu conteúdo conforme a interação do usuário.

Segundo a Mozilla (2023), esse modelo elimina a necessidade de recarregamentos completos da página, promovendo uma experiência mais fluida e semelhante à de aplicações desktop. Tecnologias como AJAX, JavaScript moderno e frameworks front-end, a exemplo de Vue.js, React e Angular, viabilizam essa arquitetura, otimizando o desempenho e reduzindo a latência percebida pelo usuário.

No contexto industrial, aplicações SPA são particularmente vantajosas em sistemas de controle e monitoramento, pois permitem a atualização em tempo real de dashboards e registros de eventos sem interrupções na interface.

3.2 Progressive Web Apps (PWA)

As Progressive Web Apps (PWAs) representam uma extensão natural das SPAs, combinando recursos de aplicações web e nativas. De acordo com Google Developers (2022), uma PWA utiliza tecnologias modernas, como Service Workers e Web Manifest, para oferecer funcionalidades típicas de aplicativos instaláveis, como execução offline, notificações push e carregamento rápido.

Entre as principais vantagens das PWAs destacam-se a responsividade, a instalação direta pelo navegador e a independência de lojas de aplicativos. Em sistemas corporativos ou industriais, essas características reduzem custos de distribuição e simplificam o acesso dos usuários, tornando a experiência mais uniforme e controlada, mesmo em ambientes com conectividade limitada.

3.3 Frameworks Modernos: Vue.js, Angular, e React

O ecossistema atual de desenvolvimento front-end é dominado por três frameworks principais: Vue.js, Angular e React. Cada um apresenta características que o tornam mais adequado a determinados contextos.

O Angular, mantido pelo Google, é um framework completo, baseado no padrão MVC (Model-View-Controller), com forte tipagem por meio do TypeScript e uma estrutura robusta para aplicações corporativas. Por outro lado, o React, desenvolvido pelo Facebook, é uma biblioteca focada na construção de interfaces de usuário com base em componentes reutilizáveis e atualização eficiente do DOM virtual.

O Vue.js diferencia-se por unir a simplicidade do React à estrutura do Angular, oferecendo uma curva de aprendizado mais suave e excelente desempenho. De acordo com Flanagan (2021), o Vue se destaca pela facilidade de integração com outras tecnologias e pela clareza de sua sintaxe, fatores que o tornam ideal para projetos de médio porte que exigem manutenção contínua e interfaces reativas.

Dessa forma, a adoção do Vue.js no sistema de controle de acesso desenvolvido neste trabalho se justifica pela leveza, modularidade e eficiência na atualização em tempo real, aspectos indispensáveis em aplicações industriais locais.

Assim, o referencial teórico apresentado fundamenta as escolhas tecnológicas adotadas no desenvolvimento do sistema proposto, evidenciando como conceitos modernos de aplicações web e frameworks progressivos podem ser aplicados de forma eficiente em contextos industriais que demandam desempenho, segurança e autonomia de hospedagem local.

4. Materiais e Métodos

Nesta seção, são descritas as tecnologias, os requisitos e os recursos utilizados para o desenvolvimento do Sistema Web de Controle de Acesso com Hospedagem Local, aplicado como estudo de caso em uma indústria metalúrgica no Pará.

4.1 Requisitos funcionais e não funcionais

Os requisitos do sistema foram definidos com base em dois pilares principais. O primeiro consistiu na análise dos trabalhos correlatos, que permitiram identificar funcionalidades essenciais em sistemas de controle de acesso, como registro de entradas e saídas, relatórios operacionais e integração com a infraestrutura local.

O segundo pilar foi a observação direta do ambiente industrial e das demandas específicas da unidade estudada, em conjunto com reuniões com colaboradores responsáveis pela segurança e gestão de ativos. Essa aproximação permitiu compreender as limitações do sistema anterior e mapear os processos internos, garantindo que a nova solução atendessem com precisão às exigências técnicas e operacionais da empresa.

Como resultado, foram listadas as funcionalidades que asseguram que o sistema cumpra seu propósito, atuando como ferramenta de apoio à segurança física, rastreabilidade de movimentações e resposta em situações emergenciais.

Tabela 1. Requisitos funcionais do sistema

Código	Requisito funcional (RF)
RF-01	O sistema deve permitir o cadastro e gestão de usuários (administrador e agente de portaria).
RF-02	O sistema deve permitir que o agente de portaria realize o cadastro de funcionários e visitantes.
RF-03	O sistema deve permitir que o agente de portaria realize a consulta aos dados dos funcionários.
RF-04	O sistema deve permitir que o agente de portaria registre o acesso de funcionários.
RF-05	O sistema deve permitir a geração de relatórios de acessos.
RF-06	O sistema deve exibir, em tempo real, a quantidade de pessoas presentes na fábrica.

RF-07	O sistema deve permitir a exportação de relatórios nos formatos PDF e TXT.
RF-08	O sistema deve registrar logs de autenticação e de falhas de acesso.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Tabela 2. Requisitos não funcionais do sistema

Código	Requisito não funcional (RNF)
RNF-01	O sistema deve possuir interface intuitiva e de fácil utilização.
RNF-02	O sistema deve garantir proteção aos dados dos funcionários.
RNF-03	As senhas dos usuários devem ser armazenadas de forma criptografada.
RNF-04	O sistema deve permitir acesso apenas a usuários autenticados.
RNF-05	O sistema deve ser compatível com o Google Chrome e Microsoft Edge.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.2 Diagrama de Casos de Uso

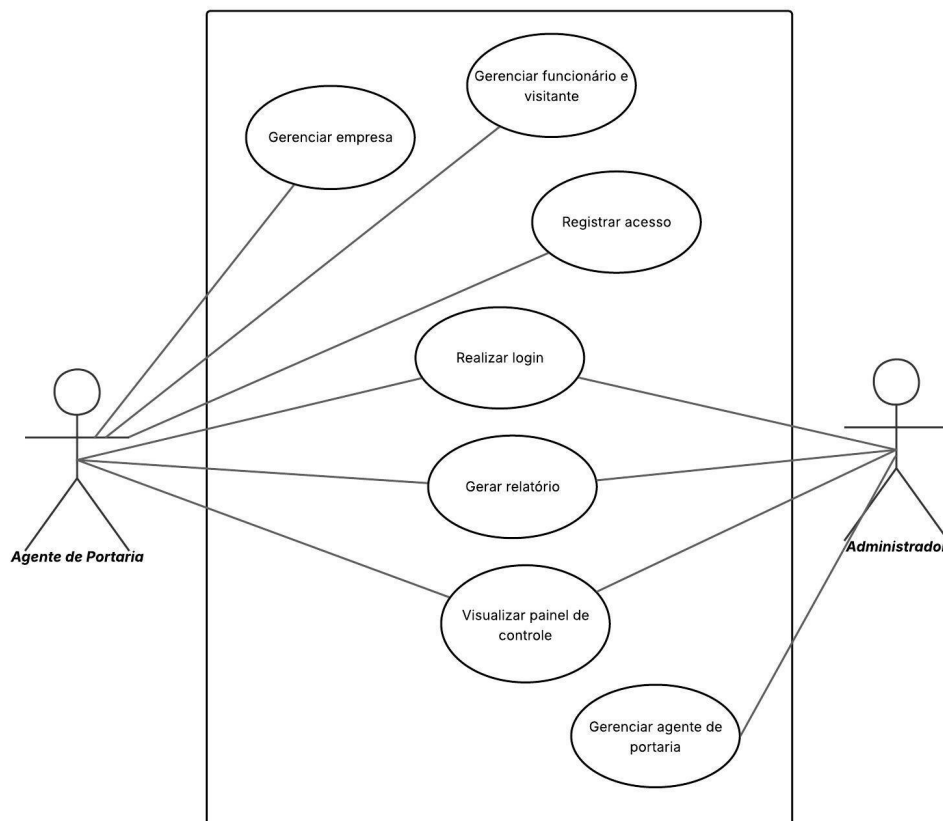
O Diagrama de Casos de Uso é um recurso essencial na modelagem de sistemas, pois permite representar de forma clara as interações entre os atores externos e as funcionalidades que o sistema disponibiliza. De acordo com Sommerville (2007), esse tipo de diagrama fornece uma visão simples e compreensível do que o sistema deve realizar, facilitando a comunicação entre desenvolvedores e usuários.

No contexto deste trabalho, foi elaborado um diagrama de casos de uso com o objetivo de representar as principais funcionalidades do sistema web de controle de acesso. Por meio dele, é possível identificar como os atores Portaria e Administrador interagem com a plataforma, abrangendo desde o registro de entradas e saídas até a emissão de relatórios e o gerenciamento de usuários.

O diagrama apresentado na Figura 1 ilustra as principais interações entre os atores e o sistema desenvolvido. Os atores identificados são a Portaria e o

Administrador, cada um com responsabilidades e permissões específicas dentro da aplicação.

Figura 1 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema Web de Controle de Acesso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O ator Portaria é responsável pelas operações cotidianas relacionadas ao controle de acesso. Por meio do sistema, a portaria pode realizar autenticação para acessar a plataforma, visualizar o painel de controle com informações atualizadas em tempo real e buscar dados de funcionários previamente cadastrados. Além disso, esse ator pode registrar entradas e saídas de funcionários e visitantes, garantindo o monitoramento adequado do fluxo de pessoas na instituição.

A portaria também possui permissão para gerenciar informações de funcionários, visitantes e empresas, podendo cadastrar, editar ou excluir registros sempre que necessário. Outro recurso disponível para esse perfil é a geração de relatórios operacionais, que permite acompanhar os acessos realizados e consultar o número de pessoas presentes na planta em tempo real.

Já o ator administrador possui um conjunto mais amplo de funcionalidades voltadas à administração e manutenção do sistema. Entre suas atribuições está o

gerenciamento de usuários do tipo portaria, podendo cadastrar, editar e excluir esses usuários conforme a necessidade. O administrador também tem acesso ao painel de controle e às funcionalidades de geração de relatórios consolidados, permitindo acompanhar o histórico completo de acessos e obter informações integradas sobre a movimentação de pessoas e empresas na organização.

4.3 Tecnologias utilizadas

O sistema de controle de acesso foi desenvolvido utilizando tecnologias modernas que combinam desempenho, confiabilidade e facilidade de manutenção em infraestrutura local. A aplicação integra um frontend reativo e responsivo com um backend eficiente e flexível, garantindo o armazenamento estruturado de registros e a operação em tempo real. A comunicação entre as camadas segue a arquitetura REST, permitindo trocas de dados consistentes e mantendo a separação clara entre cliente e servidor, resultando em uma solução web robusta, escalável e segura.

4.3.1 Vue.js

O Vue.js é um framework progressivo baseado em JavaScript, amplamente utilizado no desenvolvimento de interfaces web interativas e responsivas. Ele adota uma arquitetura baseada em componentes reutilizáveis, facilitando a organização do código e a manutenção do projeto. Sua flexibilidade permite o uso tanto em pequenas partes de uma aplicação existente quanto na construção completa de sistemas do tipo Single Page Application (SPA).¹

O Vue se destaca pela leveza e pela curva de aprendizado amigável, além de adotar o padrão de arquitetura Model-View-ViewModel (MVVM)², que separa claramente a lógica de negócios da interface, promovendo organização e clareza no desenvolvimento. Em aplicações SPA, como é o caso do sistema proposto, a renderização ocorre do lado do cliente, o que reduz a carga de trabalho do servidor e proporciona uma experiência mais fluida ao usuário final.

¹ Aplicações de página única (Single Page Applications – SPA) carregam uma única página e atualizam apenas partes da interface dinamicamente, evitando o recarregamento completo.

² O padrão Model-View-ViewModel (MVVM) é uma arquitetura de software que separa a interface do usuário (View), a lógica de apresentação (ViewModel) e os dados ou regras de negócio (Model), facilitando a organização e manutenção do código.

4.3.2 Vite

Para compilar e servir a aplicação Vue.js durante o desenvolvimento e após a implantação, utilizou-se o Vite, uma ferramenta moderna de build que oferece carregamento rápido, atualizações instantâneas em tempo real e otimização do código para produção. Durante o desenvolvimento, o Vite recompila os arquivos modificados em memória, atualizando automaticamente o navegador, o que acelera significativamente o ciclo de desenvolvimento.

No ambiente de produção, o Vite gera arquivos estáticos otimizados em HTML, CSS e JavaScript, permitindo que a aplicação seja facilmente servida por qualquer servidor local, conforme a exigência da empresa de manter o sistema hospedado em sua infraestrutura interna.

4.3.3 Tailwind CSS

O Tailwind CSS é um framework utilitário que facilita a estilização rápida e padronizada de interfaces. Diferente de abordagens convencionais baseadas em CSS personalizado, o Tailwind promove o uso de classes utilitárias diretamente no HTML, o que resulta em maior produtividade e menor complexidade no código.

Além de agilizar o desenvolvimento, o Tailwind permite a geração de arquivos CSS enxutos, eliminando automaticamente estilos não utilizados no momento da build. Essa característica é especialmente vantajosa para aplicações que precisam ser leves e rápidas, como é o caso do sistema de controle de acesso que opera em redes industriais locais.

4.3.4 Node.js

O Node.js é um ambiente de execução para JavaScript no lado do servidor, baseado no mecanismo V8 do Google. Ele suporta operações assíncronas e não bloqueantes, o que o torna ideal para aplicações em tempo real com múltiplas requisições simultâneas, como a atualização em tempo real de dashboards informativos sobre a movimentação de pessoas na planta industrial.

Sua arquitetura orientada a eventos e seu ecossistema de pacotes, por meio do Node Package Manager (NPM), permitem uma integração ágil com bibliotecas de terceiros e um controle eficiente de dependências. No projeto em questão, o Node.js foi utilizado para implementar a API do backend, responsável por tratar as requisições e acessar o banco de dados.

4.3.5 MongoDB

Para armazenamento dos registros de entrada e saída, optou-se pelo MongoDB, um banco de dados NoSQL que armazena dados em documentos JSON. Essa abordagem oferece flexibilidade no modelo de dados e alta performance em operações de leitura e escrita, especialmente úteis em sistemas que lidam com grandes volumes de transações como logs de acessos.

A natureza documental do MongoDB facilita a evolução do esquema sem necessidade de migrações estruturadas, característica útil para ambientes que podem demandar futuras adaptações. Além disso, sua instalação local atende perfeitamente à exigência da empresa quanto à proteção e ao isolamento dos dados.

4.3.6 Mongoose

Para gerenciar a interação entre a aplicação Node.js e o banco MongoDB, foi utilizada a biblioteca Mongoose. Ela fornece uma camada de modelagem de dados baseada em esquemas, permitindo definir estruturas padronizadas para os documentos, validar dados e realizar operações com maior controle.

Através do Mongoose, é possível criar modelos representando entidades como usuários e registros de acesso, bem como estabelecer relações entre documentos, mesmo em um banco de dados que não segue o paradigma relacional.

4.3.7 Arquitetura REST

A comunicação entre o frontend e o backend foi implementada com base na arquitetura REST (Representational State Transfer), que utiliza o protocolo HTTP³ para a troca de dados em formato JSON. Essa abordagem é reconhecida por sua leveza, escalabilidade e facilidade de integração com aplicações web modernas.

No sistema proposto, as rotas REST viabilizam operações fundamentais, como o registro de acessos, a listagem de pessoas presentes na planta industrial e a exportação de relatórios de emergência, garantindo um fluxo de dados eficiente e seguro entre os componentes da aplicação.

³ HyperText Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Hipertexto) e é o protocolo fundamental da internet que permite a comunicação entre navegadores (clientes) e servidores web para transferir páginas e recursos, sendo a base para a exibição de sites.

Além disso, a adoção dessa arquitetura proporciona uma separação clara entre as camadas cliente e servidor, o que facilita a manutenção, a escalabilidade e a integração futura com novos módulos, como autenticação biométrica ou acoplamento a sensores físicos distribuídos na planta.

4.4 Metodologia de Desenvolvimento

O desenvolvimento do sistema seguiu uma abordagem incremental, baseada em entregas contínuas e testes em ambiente real. Inicialmente, foram levantados os requisitos junto à equipe de segurança responsável pela operação da portaria, buscando identificar as principais necessidades relacionadas ao registro de acessos, consulta de informações e geração de relatórios. A partir desse levantamento, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais que orientaram a implementação da aplicação.

Cada módulo do sistema, cadastro, autenticação, registros de acesso e geração de relatórios, foi implementado de forma gradual, permitindo que novas funcionalidades fossem incorporadas progressivamente ao sistema. Após a implementação de cada módulo, eram realizados testes de funcionamento e validação junto aos usuários responsáveis pela operação na portaria, garantindo que as funcionalidades atendessem às necessidades do ambiente real de uso.

Esse processo iterativo possibilitou a identificação de ajustes necessários durante o desenvolvimento, permitindo melhorias na interface, na organização das informações e na confiabilidade dos registros. Dessa forma, o sistema foi sendo aprimorado continuamente com base no feedback dos usuários, resultando em uma solução mais adequada às rotinas operacionais da planta industrial.

4.5 Avaliação de Usabilidade (SUS)

A avaliação da interface e da experiência de uso do Sistema Web de Controle de Acesso foi realizada por meio do método System Usability Scale (SUS), proposto por Brooke (1996). Esse método é amplamente utilizado em estudos de Interação Humano-Computador (IHC) por sua simplicidade e eficácia na mensuração da usabilidade percebida de sistemas e aplicações.

O questionário é composto por 10 afirmativas, alternando entre sentenças positivas e negativas, destinadas a avaliar a percepção do usuário sobre a facilidade

de uso, a consistência e a confiança na operação do sistema. As respostas são dadas em uma escala Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente).

Para o cálculo da pontuação final, as respostas são convertidas conforme o procedimento definido por Brooke: nas afirmativas positivas, subtrai-se 1 do valor marcado; nas negativas, subtrai-se o valor de 5. A soma é então multiplicada por 2,5, resultando em uma pontuação total entre 0 e 100. De modo geral, valores acima de 68 pontos indicam boa usabilidade, enquanto pontuações superiores a 85 são classificadas como excelentes.

A aplicação do questionário ocorreu após duas semanas de uso contínuo do sistema em ambiente real. Participaram seis usuários, distribuídos em dois perfis distintos:

- Porteiros (4 participantes): responsáveis pelo registro de entradas e saídas, busca de colaboradores e emissão de relatórios de presença;
- Administradores (2 participantes): encarregados da gestão de usuários, manutenção do sistema e geração de relatórios consolidados.

Cada participante respondeu individualmente ao questionário SUS após utilizar o sistema em sua rotina normal. O objetivo da avaliação foi mensurar a percepção de usabilidade de diferentes perfis de usuários, verificando a adequação da interface e a eficiência das funcionalidades no contexto operacional e gerencial da planta industrial.

5. Resultados

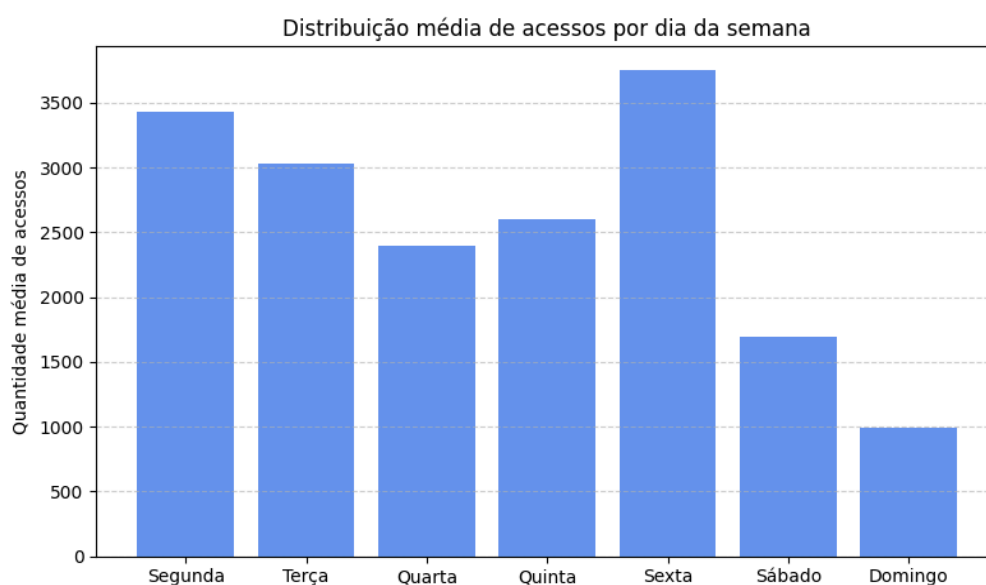
O sistema web de controle de acesso foi implantado e utilizado efetivamente na unidade industrial entre 20 de junho e 26 de agosto de 2025, período considerado para a coleta e análise de dados deste estudo. Durante esse intervalo, foram registrados 17.900 acessos, incluindo entradas e saídas de funcionários e visitantes.

Embora a análise apresentada se restrinja a esse período, o sistema permaneceu em uso por meses após agosto, demonstrando estabilidade e aceitação contínua pelos usuários. Posteriormente, a unidade principal da fábrica adotou uma solução corporativa com reconhecimento facial, como parte de um processo de modernização e padronização global.

Ainda assim, o sistema web desenvolvido segue em operação em outra unidade da empresa, onde o fluxo de pessoas é menor, além de permanecer disponível como sistema de contingência (backup) na planta principal.

Esses resultados evidenciam a confiabilidade, versatilidade e aplicabilidade prática da solução, comprovando sua capacidade de lidar com alto volume de transações e de se adaptar a diferentes contextos operacionais dentro da organização.

Figura 2 – Gráfico de barras com a média de acessos por dia da semana.



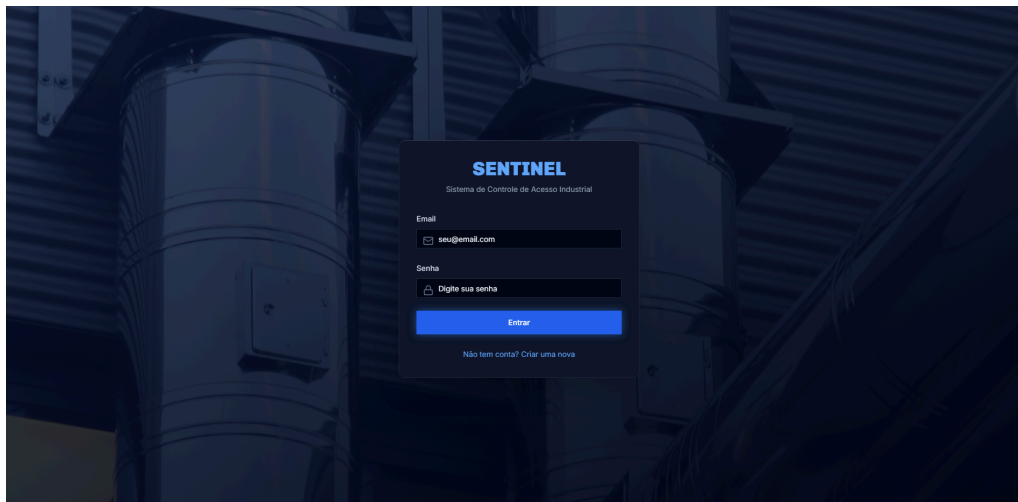
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 2 apresenta a distribuição média de acessos por dia da semana, evidenciando o comportamento operacional da unidade industrial ao longo do período analisado. Observa-se que os maiores volumes de acessos ocorrem nas segundas e sextas-feiras, dias que concentram o início e o encerramento dos ciclos produtivos, refletindo maior movimentação de funcionários e prestadores de serviço. Durante a terça, quarta e quinta-feira, há uma leve estabilização, compatível com o ritmo regular de trabalho. Já nos fins de semana, especialmente no domingo, verifica-se uma redução acentuada no número de acessos, condizente com a diminuição das atividades. Esses dados demonstram a coerência do sistema em registrar com precisão o fluxo de pessoas de acordo com o calendário operacional da planta industrial.

5.1 Interface do Sistema

A Figura 3 apresenta a tela de login do sistema, responsável pelo processo de autenticação dos usuários. Nessa interface, o usuário deve informar seu endereço de e-mail e senha previamente cadastrados, a fim de obter acesso às funcionalidades do sistema.

Figura 3 – Tela de autenticação do sistema.

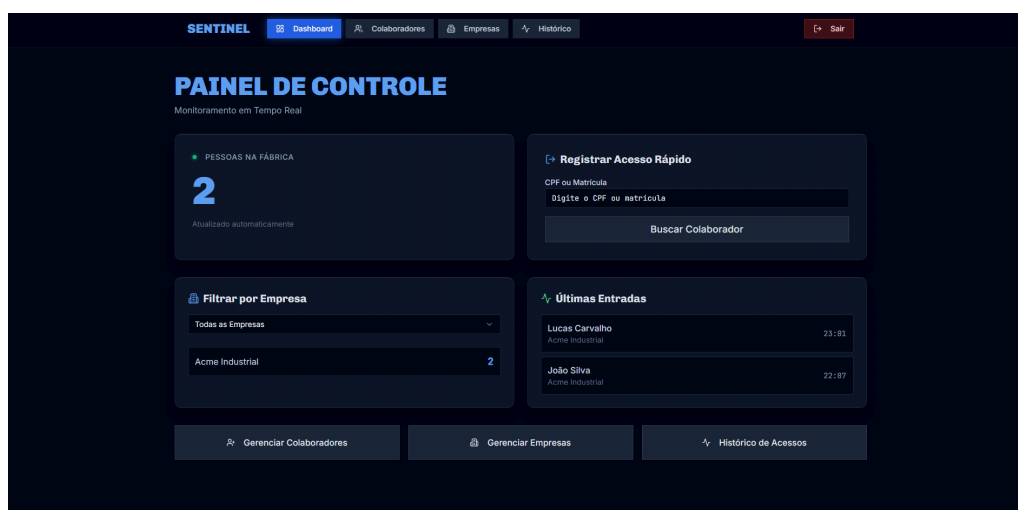


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As Figuras 4 e 5 apresentam as telas iniciais do sistema, que compõem o painel de controle da aplicação. Nessa interface, o usuário pode visualizar, em tempo real, a quantidade de pessoas presentes na fábrica, aplicar filtros por empresa, consultar os registros das últimas entradas realizadas e efetuar buscas por meio da matrícula ou do CPF de um colaborador.

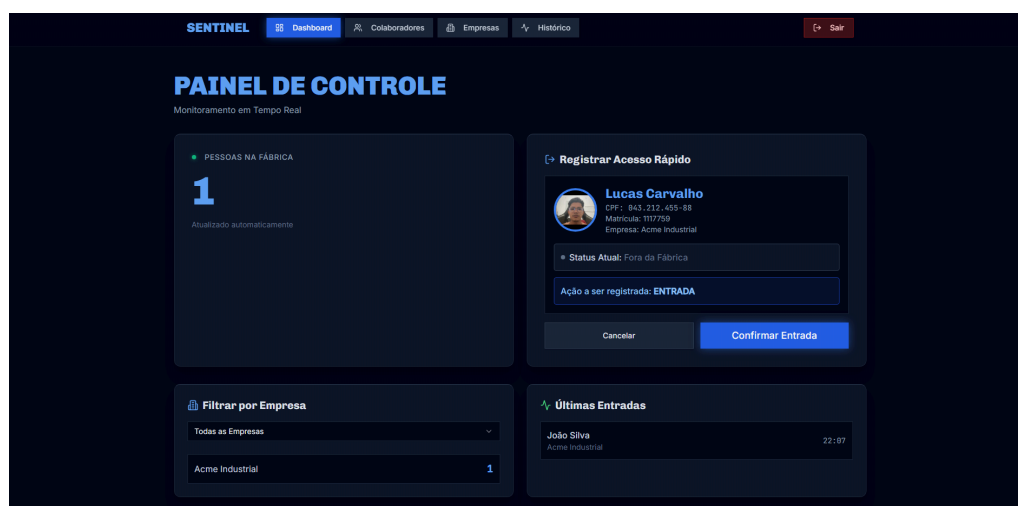
A Figura 5 ilustra o processo de consulta aos dados do funcionário, no qual as informações são exibidas para conferência antes da confirmação do registro. O sistema permite a realização do registro de entrada ou saída somente após a validação dos dados apresentados, assegurando maior confiabilidade e integridade aos registros de acesso.

Figura 4 – Tela inicial do painel de controle.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

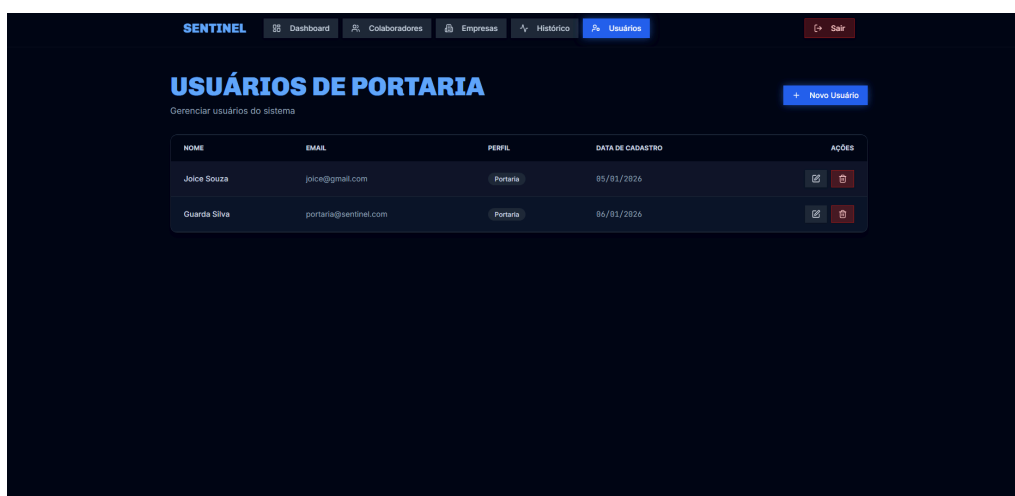
Figura 5 – Tela de registro de entrada de colaborador.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 6 apresenta a tela de gerenciamento de usuários, interface destinada exclusivamente à administração dos usuários do sistema. Nessa tela, apenas o administrador possui permissão para realizar o cadastro, a edição e a exclusão de usuários do tipo portaria. Essa funcionalidade permite o controle centralizado dos acessos ao sistema, garantindo que somente usuários devidamente autorizados possam utilizar as funcionalidades operacionais da aplicação.

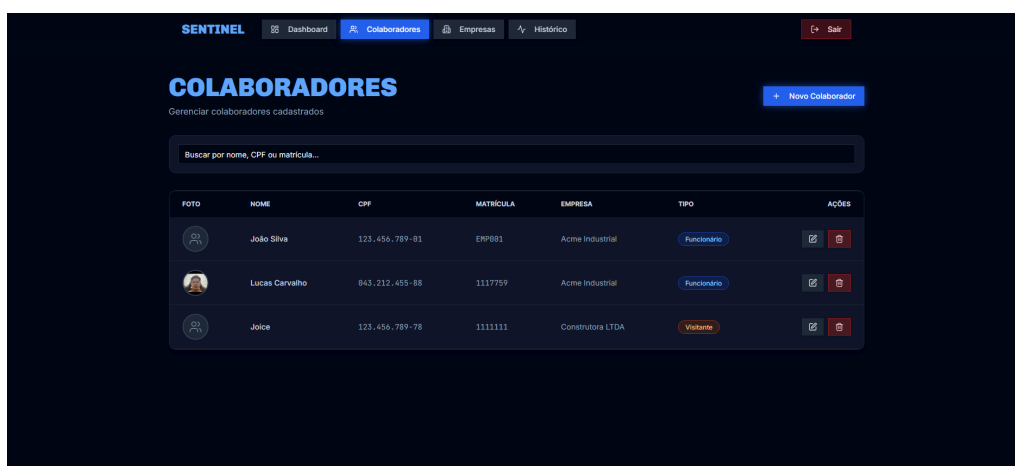
Figura 6 – Tela de gerenciamento de usuários.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 7 apresenta a tela de gerenciamento de colaboradores, destinada à administração dos registros de funcionários cadastrados no sistema. Por meio dessa interface, é possível realizar operações de cadastro, edição e exclusão de informações, permitindo a manutenção atualizada dos dados. Além disso, a tela dispõe de um campo de busca que possibilita a rápida localização de um colaborador específico, facilitando a realização de alterações e tornando o processo de gerenciamento mais ágil e eficiente.

Figura 7 – Tela de gerenciamento de colaboradores.

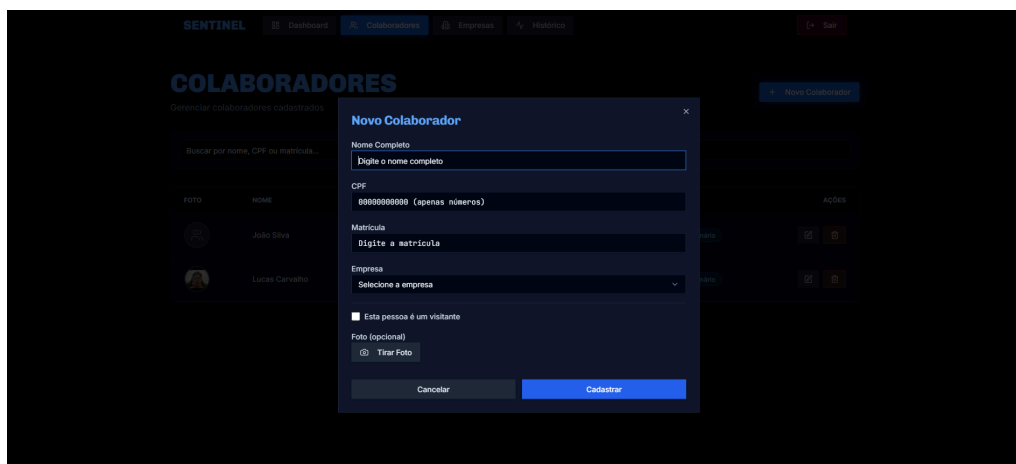


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 8 apresenta o formulário de cadastro de um novo colaborador, interface destinada à inserção das informações pessoais e profissionais necessárias para o registro no sistema. Por meio dessa tela, são informados dados como

identificação, empresa e demais informações relevantes para o correto cadastramento do funcionário na base de dados.

Figura 8 – Tela de cadastro de colaborador.



The image shows a web interface for employee registration. The main heading is 'COLABORADORES'. A modal window titled 'Novo Colaborador' is open, containing the following fields and options:

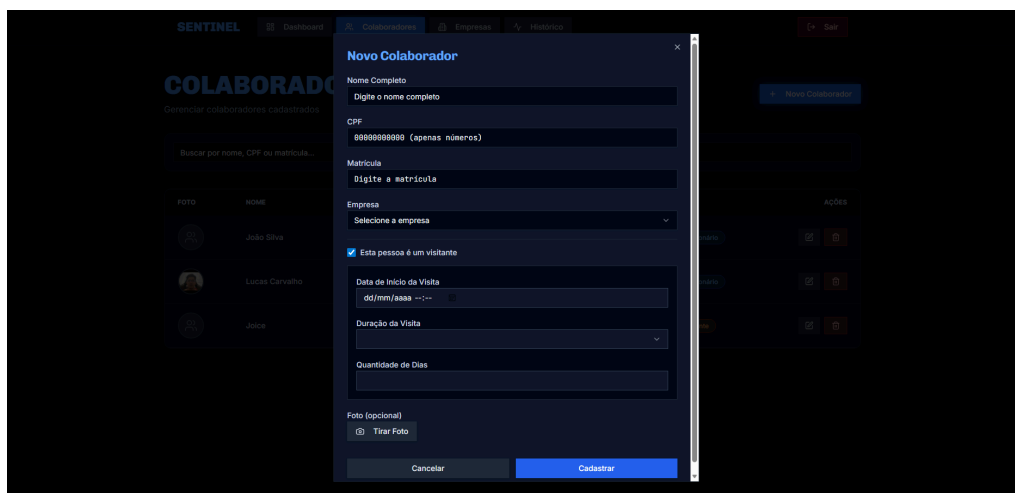
- Nome Completo: Digite o nome completo
- CPF: 0000000000 (apenas números)
- Matrícula: Digite a matrícula
- Empresa: Seleccione a empresa
- Checkbox: Esta pessoa é um visitante
- Foto (opcional): Tirar Foto
- Buttons: Cancelar, Cadastrar

The background interface includes a search bar 'Buscar por nome, CPF ou matrícula...', a list of employees with columns for 'Foto', 'Nome', and 'Ações', and a 'Novo Colaborador' button in the top right.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 9 apresenta a tela de cadastro de visitante, utilizada para o registro de pessoas que não possuem vínculo permanente com a organização. Nessa interface, ao selecionar a opção correspondente ao tipo de acesso “visitante”, o sistema habilita automaticamente os campos específicos para o preenchimento dos dados pessoais do visitante. Além das informações de identificação, é necessário informar a data da visita e o período de duração autorizado para o acesso. Após o término do prazo definido, o registro torna-se inválido, sendo necessário realizar um novo cadastro para permitir futuras entradas, garantindo maior controle e segurança no gerenciamento de acessos temporários.

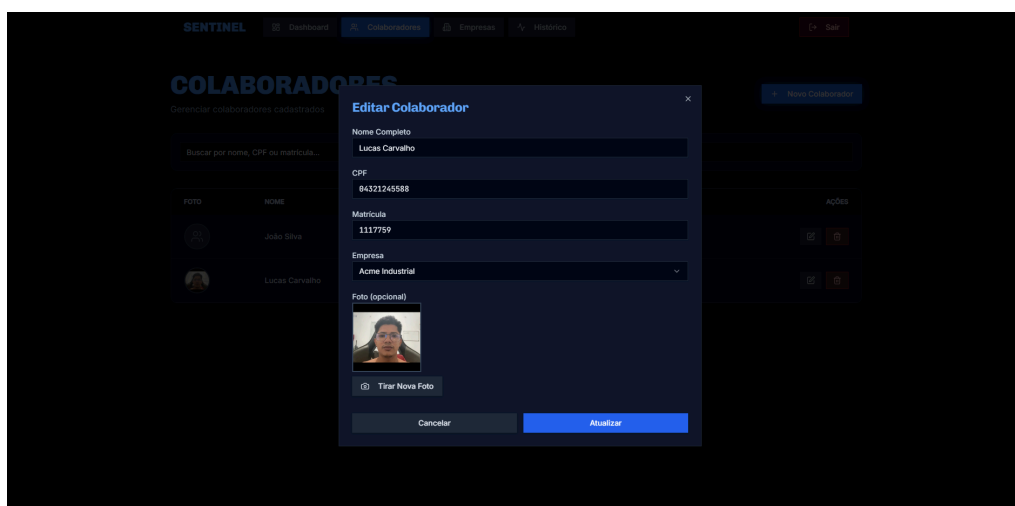
Figura 9 – Tela de cadastro de visitante.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 10, por sua vez, exibe o formulário de edição de colaborador, utilizado para a atualização dos dados previamente cadastrados. Nessa interface, é possível alterar informações pessoais, atualizar a fotografia do colaborador ou modificar quaisquer outros dados, garantindo que os registros permaneçam sempre atualizados e consistentes.

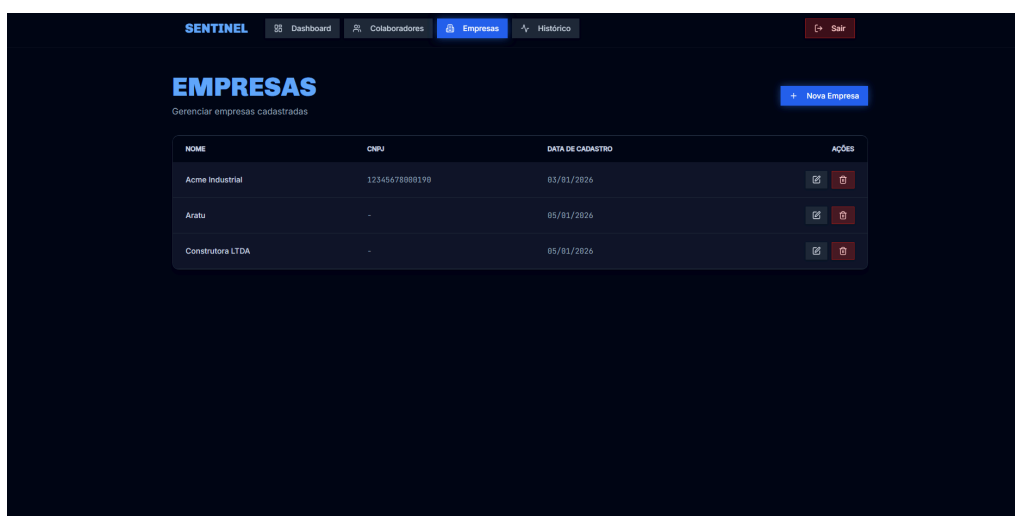
Figura 10 – Tela de edição de dados do colaborador.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 11 apresenta a tela de gerenciamento de empresas, onde é possível cadastrar, editar e excluir registros de empresas parceiras ou prestadoras de serviço. Essa funcionalidade permite manter o controle atualizado das organizações vinculadas ao sistema, garantindo maior organização e integridade das informações.

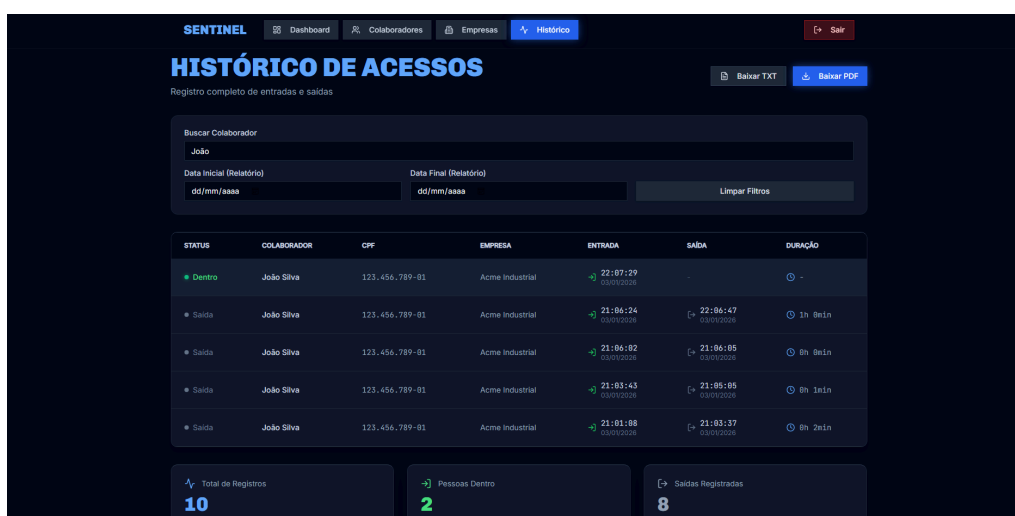
Figura 11 – Tela de gerenciamento de empresas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Por fim, a Figura 12 apresenta a tela de histórico de acessos, responsável pela exibição de todos os registros de entrada e saída dos colaboradores. Nessa interface, cada registro contém informações detalhadas, como nome, CPF ou matrícula, empresa vinculada, horário de entrada e horário de saída. A tela também disponibiliza um campo de busca que possibilita a rápida localização de um funcionário específico, bem como filtros por intervalo de tempo, permitindo a consulta e a geração de relatórios personalizados. Além disso, são oferecidas opções para exportação dos dados nos formatos TXT e PDF, facilitando o armazenamento, a análise e o acompanhamento das informações de acesso.

Figura 12 – Tela de histórico de acessos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2 Análise da Usabilidade (SUS)

Conforme descrito na Seção 4.5, a avaliação de usabilidade foi conduzida com base no método System Usability Scale (SUS), envolvendo seis usuários, quatro porteiros e dois administradores, após o período de utilização contínua do sistema em operação real.

Os resultados indicaram elevado nível de satisfação e facilidade de uso entre os participantes. O índice médio de usabilidade (SUS Score) foi de 90 pontos, classificando o sistema na categoria de usabilidade excelente, segundo os critérios estabelecidos por Brooke (1996).

Na análise segmentada por perfil, observou-se que:

- O grupo Porteiro apresentou média de 88 pontos, destacando a clareza da interface, a agilidade nas operações de registro e a praticidade das funcionalidades de busca e filtragem.
- O grupo Administrador obteve média de 93 pontos, enfatizando a consistência das telas de gerenciamento, a confiabilidade dos relatórios e a organização geral do sistema.

De forma qualitativa, os usuários destacaram como pontos fortes:

- Interface intuitiva e responsiva, facilmente compreendida mesmo sem treinamento formal;
- Rapidez no registro de entradas e saídas;
- Integração eficiente entre as funções de cadastro, monitoramento e relatórios;
- Confiabilidade dos dados, sem travamentos ou inconsistências.

As principais sugestões de melhoria mencionadas foram:

- Implementar filtros adicionais nos relatórios de histórico;
- Incluir alertas visuais mais evidentes para acessos fora do horário padrão.

Esses feedbacks indicam que o sistema, além de atender aos requisitos funcionais definidos, alcançou um alto nível de aceitação entre os usuários finais, reforçando sua adequação ao contexto industrial.

5.3 Avaliação de Desempenho e Operacionalidade

Durante o período de uso, não foram registrados incidentes críticos relacionados à disponibilidade ou integridade dos dados. O sistema manteve tempo médio de resposta inferior a 1 segundo para operações de registro e consulta, conforme observado em medições de teste locais.

A hospedagem local contribuiu significativamente para a segurança e independência da rede, eliminando riscos associados à conectividade externa e garantindo a conformidade com as políticas internas de proteção de dados da empresa.

Além disso, o módulo de relatórios de emergência se mostrou eficiente em simulações de evacuação, permitindo a geração instantânea da lista de pessoas presentes na planta, um dos requisitos de maior relevância operacional para a equipe de segurança.

6. Conclusões

O desenvolvimento do Sistema Web de Controle de Acesso com Hospedagem Local demonstrou a viabilidade de empregar tecnologias web modernas em ambientes industriais restritos, tendo contribuído para a continuidade das operações de controle de acesso durante a transição tecnológica da empresa, assegurando rastreabilidade e confiabilidade nos registros em um período crítico.

O sistema atendeu integralmente aos requisitos funcionais e não funcionais levantados, apresentando excelente usabilidade, conforme verificado pela aplicação do método System Usability Scale (SUS). A adoção de uma arquitetura totalmente local eliminou dependências externas, reforçando a conformidade com as políticas corporativas de segurança da informação da empresa estudada.

Além disso, a implantação prática validou a robustez da aplicação, comprovando sua capacidade de operar de forma contínua em um ambiente fabril de alta demanda, sem falhas perceptíveis de desempenho.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a integração de módulos de autenticação biométrica e de análise preditiva baseada em padrões de acesso, ampliando o escopo da ferramenta e seu potencial como instrumento de apoio à gestão industrial inteligente. Também se sugere a exploração de integrações com sensores IoT e sistemas de monitoramento automatizado, visando consolidar o

sistema como uma solução completa de controle e rastreabilidade de acessos em plantas industriais.

Referências

ABNT. NBR ISO 45001:2018. Sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacional — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018.

PEREIRA, Bruno Henrique. Controle de Acesso Automatizado Utilizando Microcontroladores. Campina Grande: UFCG, 2014.

PAVAN, Jéssica da Silva. Sistema Web de Controle de Acesso de Visitantes e Funcionários. Maringá: UNICESUMAR, 2018.

SILVA, José Aparecido da. Sistema de Controle de Acesso com Arduino e Interface de Monitoramento. São Paulo: UNIP, 2020.

FRANCELINO, F. A.; TOMAZETI, D. M. AcessaIFSP: Sistema para Controle de Acesso. Hortolândia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), [s.d.]. Trabalho de Conclusão de Curso (Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – IFSP, Câmpus Hortolândia.

FIGUEIRA, David Laureano dos Santos. Sistema de Controle e Gerenciamento de Acesso. Manaus: Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2023. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica – Ênfase em Eletrônica).

LE MOS, Rodrigo Pinto; AZEVEDO, Carlos Henrique; PASSOS JÚNIOR, Marcelo Rodrigues dos; KUNZLER, Jonas Augusto. Sistema de controle de acesso através de reconhecimento facial com monitoramento remoto. Revista Brasileira Militar de Ciências, v. 10, n. 24, e175, p. 1–15, 2024. DOI: 10.36414/rbmc.v10i24.175.

FLANAGAN, David. JavaScript: The Definitive Guide. 7. ed. O'Reilly Media, 2021.

GOOGLE DEVELOPERS. Progressive Web Apps Documentation. Disponível em: <<https://web.dev/progressive-web-apps/>>. Acesso em: 17 nov. 2025.

MOZILLA. Single Page Application (SPA). MDN Web Docs, 2023. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/SPA>>. Acesso em: 17 nov. 2025.

VUE.JS. Introduction. Disponível em: <<https://vuejs.org/guide/introduction.html>>. Acesso em: 17 nov. 2025.

NODE.JS. Node.js Documentation. Disponível em: <<https://nodejs.org/pt>>. Acesso em: 17 nov. 2025.

BROOKE, John. SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. In: Jordan, P. et al. (eds.) Usability Evaluation in Industry. London: Taylor & Francis, 1996.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de software. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2007.