

# AGM PARK: GERENCIAMENTO DE ESTACIONAMENTOS COM IOT

GABRIEL PIRES VILANOVA ALBUQUERQUE

ADRIANO GOMES DA PAZ

Orientador

PROF. DR. TUNG CHIUN WEN

[tung.wen@fatec.sp.gov.br](mailto:tung.wen@fatec.sp.gov.br)

## RESUMO

O avanço das tecnologias digitais tem ampliado as possibilidades de automação em serviços urbanos, incluindo a gestão de estacionamentos. Nesse contexto, este artigo apresenta o desenvolvimento e a avaliação do AGM Park, um sistema mobile voltado ao gerenciamento de vagas, estadias, funcionários e informações administrativas de estacionamentos, com possibilidade de integração a sensores Arduino/IoT para monitoramento da ocupação das vagas em tempo real. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvida a partir do levantamento de requisitos, definição de personas, modelagem de fluxos de navegação, prototipagem de interfaces e realização de testes de usabilidade por meio da plataforma Maze. Os resultados demonstraram elevada taxa de sucesso nas tarefas propostas e boa aceitação geral do protótipo pelos participantes, evidenciando potencial de uso em pequenos e médios estacionamentos. Também foram identificadas oportunidades de melhoria relacionadas à clareza de instruções, visibilidade de funcionalidades e fluxo de cadastro administrativo. Conclui-se que o AGM Park apresenta potencial para reduzir falhas operacionais, centralizar informações administrativas e contribuir para a transformação digital do setor de estacionamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** estacionamento inteligente; aplicativo mobile; IoT; usabilidade; gestão operacional.

## ABSTRACT

*The advancement of digital technologies has expanded the possibilities for automation in urban services, including parking management. In this context, this article presents the development and evaluation of AGM Park, a mobile system focused on managing parking spaces, stays, employees, and administrative information for parking lots, with the possibility of integration with Arduino/IoT sensors for real-time monitoring of parking space occupancy. The study is characterized as applied research, with a qualitative and quantitative approach, developed from requirements gathering, persona definition, navigation flow modeling, interface prototyping, and usability testing using the Maze platform. The results demonstrated a high success rate in the proposed tasks and good overall acceptance of the prototype by the participants, highlighting its potential for use in small and medium-sized parking lots. Opportunities for improvement related to clarity of instructions, visibility of functionalities, and administrative registration flow were also identified. It is concluded that AGM Park has the potential to reduce operational failures, centralize administrative information, and contribute to the digital transformation of the parking sector.*

**KEYWORDS:** smart parking; mobile application; IoT; usability; operational management.

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias da informação tem transformado a maneira como empresas e prestadores de serviços administram seus processos. No setor de estacionamentos, o controle de vagas, o registro de entradas e saídas, o acompanhamento de estadias e a gestão financeira

<sup>1</sup>Graduando em Sistemas para Internet pela Fatec Dr Bernardino de Campos – São Roque/SP. Endereço eletrônico: gabriel.albuquerque3@aluno.cps.sp.gov.br

<sup>2</sup>Graduando em Sistemas para Internet pela Fatec Dr Bernardino de Campos – São Roque/SP. Endereço eletrônico: adriano.paz@aluno.cps.sp.gov.br

são atividades essenciais para a qualidade do atendimento e para a organização operacional. Apesar disso, muitos estabelecimentos ainda dependem de planilhas, anotações manuais e verificações presenciais, o que favorece inconsistências, perda de informações e retrabalho. Diante desse cenário, o AGM Park foi concebido como uma proposta de sistema digital para administração de estacionamentos por meio de aplicativo mobile. A solução reúne funcionalidades de gerenciamento de vagas, cadastro de estacionamentos, controle de veículos estacionados, gestão de funcionários, histórico de movimentações e acompanhamento de informações administrativas. O projeto também prevê a possibilidade de uso de sensores Arduino/IoT para identificar vagas livres ou ocupadas, permitindo atualização mais rápida e confiável da disponibilidade. A proposta atende especialmente pequenos e médios estacionamentos localizados em regiões urbanas, com foco inicial em municípios como São Roque, Mairinque, Araçariguama, Alumínio e Ibiúna. Ainda que a concepção inicial tenha contemplado fluxos de usuário para reserva e pagamento de vagas, o escopo priorizado para a versão atual concentra-se na área administrativa, considerando o tempo de desenvolvimento e a necessidade de entregar uma solução funcional para gestão do estabelecimento. A justificativa do projeto está relacionada aos desafios enfrentados por proprietários e funcionários no controle operacional e financeiro. O uso de métodos manuais pode gerar divergência de valores, dificuldade de acompanhamento em horários de pico e ausência de rastreabilidade entre turnos. A digitalização desses processos permite centralizar informações, reduzir falhas humanas, facilitar o acompanhamento das vagas e melhorar a tomada de decisão. Em sistemas de informação, a integração entre dados, processos e usuários é um fator relevante para apoiar decisões gerenciais e ampliar a eficiência organizacional (Laudon; Laudon, 2018; Stair; Reynolds, 2020). O objetivo geral deste estudo é apresentar o AGM Park como sistema digital para administração de estacionamentos, evidenciando requisitos, funcionalidades, personas, fluxos de navegação e resultados obtidos em testes de usabilidade. Como objetivos específicos, destacam-se: implementar o cadastro e gerenciamento de vagas; criar registros de estadias com controle de tempo e valor; desenvolver recursos para cadastro, edição e exclusão de funcionários; organizar relatórios e históricos; e integrar sensores para gerenciamento de vagas livres e ocupadas.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Sistemas digitais e gestão de estacionamentos**

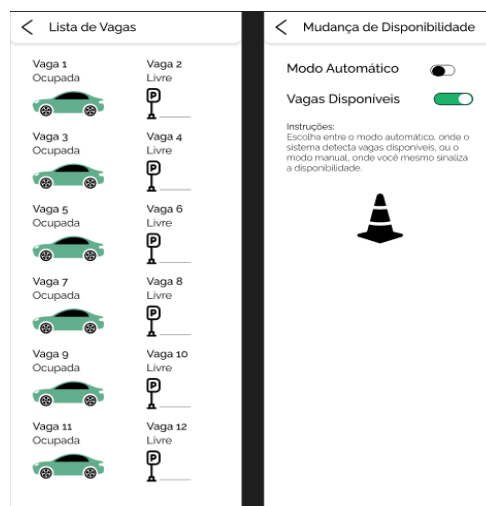
A gestão de estacionamentos envolve atividades de atendimento, controle de ocupação, cobrança, registro de veículos e acompanhamento de resultados. Quando essas atividades são executadas de forma manual, a operação tende a depender excessivamente da memória dos colaboradores, da qualidade das anotações e da conferência posterior dos dados. Sistemas digitais contribuem para reduzir essa dependência, pois automatizam registros, padronizam procedimentos e tornam as informações acessíveis aos responsáveis pelo negócio. Do ponto de vista de sistemas de informação, a aplicação proposta combina elementos de entrada, processamento, armazenamento e saída de dados para apoiar atividades rotineiras. O cadastro de veículos, o controle de vagas e o histórico de pagamentos representam dados operacionais que podem ser transformados em informação gerencial. Essa lógica é compatível com o papel dos sistemas de informação na organização de processos e no suporte à tomada de decisão

(Laudon; Laudon, 2018; Stair; Reynolds, 2020). O armazenamento estruturado das informações é outro ponto relevante. O uso de bancos de dados relacionais permite organizar entidades como usuários, estacionamentos, funcionários, vagas, estadias e pagamentos. A modelagem relacional, proposta por Codd (1970) e amplamente discutida por Date (2003), favorece integridade, consistência e consulta eficiente dos dados. Para o AGM Park, essa estrutura é importante para manter registros confiáveis entre diferentes telas e operações do aplicativo.

## 2.2 IoT aplicada ao controle de vagas

A Internet das Coisas (IoT) possibilita conectar dispositivos físicos a sistemas digitais, permitindo que sensores coletem dados do ambiente e atualizem informações em tempo real. No contexto de estacionamentos, sensores podem identificar ocupação de vagas e enviar sinais ao sistema, reduzindo a necessidade de conferência manual. A aplicação de sensores Arduino no projeto AGM Park foi prevista como recurso complementar para indicar vagas livres e ocupadas e melhorar a confiabilidade das informações apresentadas ao administrador e aos funcionários. A adoção de IoT, entretanto, exige atenção a aspectos técnicos e operacionais. A solução deve lidar com possíveis falhas de conexão, necessidade de calibração dos sensores e atualização correta dos dados no aplicativo. Além disso, a integração entre hardware, banco de dados e interface precisa ser planejada para que o sistema seja rápido e compreensível aos usuários. Assim, a automação de vagas deve ser vista como parte de um fluxo maior, que envolve cadastro, monitoramento, registro da estadia e consulta ao histórico.

**Figura 1 - Telas de Lista de Vagas e Mudança de Disponibilidade**



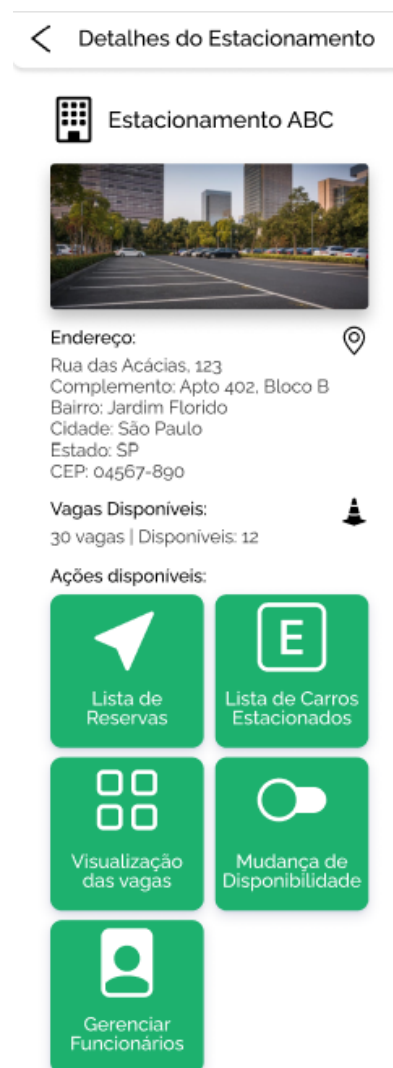
Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

## 2.3 Usabilidade, personas e prototipagem

A usabilidade é um fator essencial para sistemas voltados a rotinas operacionais, pois funcionários e proprietários precisam executar tarefas com rapidez, clareza e baixo risco de erro. Nielsen (2012) destaca que a avaliação de usabilidade permite identificar dificuldades durante a interação e orientar melhorias. Preece, Rogers e Sharp (2015) também ressaltam a importância de projetar interfaces considerando objetivos, contexto de uso e características dos usuários. No AGM Park, a definição de personas contribuiu para representar perfis de usuários

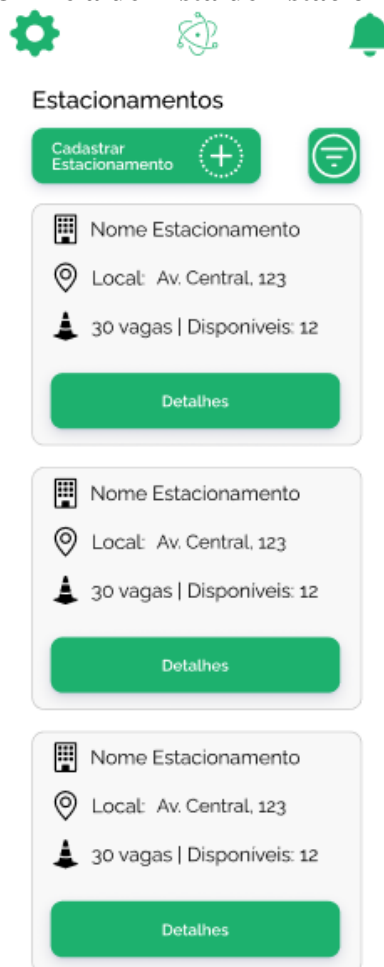
envolvidos na administração de estacionamentos. A persona Carlos Henrique Alves representa o proprietário que busca modernizar o negócio, acompanhar vagas em tempo real, reduzir erros financeiros e acessar informações remotamente. A persona Mariana Lopes da Silva representa a funcionária responsável pelo caixa e pelo registro de entradas e saídas, que necessita de uma ferramenta simples, rápida e confiável para operar em horários de maior movimento. O uso de personas é comum em projetos de experiência do usuário porque ajuda a alinhar funcionalidades às necessidades reais de quem utilizará o sistema (Rock Content, 2025). A prototipagem das telas foi utilizada para validar a arquitetura da informação, os fluxos de navegação e a disposição visual dos elementos. Os materiais da apresentação indicam a adoção de identidade visual baseada em verde e vermelho para botões e ícones, fundo branco nos menus e tipografia Raleway no protótipo. No artigo, esses elementos foram adaptados ao formato acadêmico, mantendo-se a fonte Times New Roman 12 pontos, conforme a formatação solicitada. O mapeamento de fluxos, por sua vez, contemplou login, cadastro, seleção de estacionamento, menu principal, dashboard, lista de reservas, lista de veículos estacionados, cadastro de funcionários e telas de confirmação.

**Figura 2 - Tela de detalhes do estacionamento**



Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

**Figura 3 - Tela de Lista de Estacionamentos**



Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa possui caráter aplicado, com abordagem exploratória e descritiva, pois busca propor e organizar uma solução tecnológica para um problema prático de gestão de estacionamentos. O desenvolvimento foi conduzido a partir da documentação funcional do projeto, da apresentação técnica e do relatório final de testes de usabilidade. Esses materiais foram reorganizados em formato de artigo, mantendo o foco na descrição do problema, na caracterização da solução, nos requisitos funcionais e nos resultados de avaliação. A primeira etapa consistiu no levantamento do problema e da justificativa. Foram identificadas dificuldades relacionadas ao controle manual de vagas, à divergência de caixa, ao acompanhamento de funcionários, à ausência de dados em tempo real e à necessidade de modernização de estacionamentos. Em seguida, foram definidos objetivos e funcionalidades

prioritárias para o aplicativo administrativo, considerando o uso por proprietários e funcionários. A segunda etapa envolveu a definição das personas e dos cenários de uso. O proprietário Carlos Henrique Alves foi descrito como usuário interessado em controle remoto, automação com sensores e segurança das informações. A funcionária Mariana Lopes da Silva foi descrita como usuária que precisa registrar veículos, consultar vagas e realizar atendimento sem depender de verificações manuais. Essas personas orientaram a organização dos fluxos e ajudaram a priorizar telas de uso frequente. A terceira etapa correspondeu à prototipagem e ao mapeamento da navegação. Os fluxos registrados na documentação indicam caminhos para login e cadastro, recuperação de senha, escolha ou cadastro de estacionamento, dashboard do estacionamento selecionado, lista de vagas, carros estacionados, reservas, cadastro de funcionário, histórico de vagas, histórico de pagamentos, desempenho do estacionamento, configurações e canais de atendimento. A apresentação do projeto também consolidou a arquitetura da informação e indicou tecnologias planejadas ou analisadas, como Flutter, React Native, MySQL, SQLite, Node.js e PHP com framework codeigniter 4. A quarta etapa consistiu na avaliação de usabilidade. O teste foi realizado na plataforma Maze, integrada ao protótipo desenvolvido no Figma, com o objetivo de identificar pontos de atrito, dificuldades de navegação e oportunidades de melhoria. Participaram 12 pessoas no teste do aplicativo do usuário e 9 pessoas no sistema administrativo. O relatório coletou métricas como taxa de sucesso, tempo médio, drop-off e misclick, além de percepções gerais sobre interface, facilidade para encontrar botões e distribuição dos elementos.

**Quadro 1 - Funcionalidades priorizadas do AGM Park**

Módulo	Funcionalidades adaptadas	Ator principal	Prioridade
Acesso	Login, cadastro de usuário, recuperação de senha e aceite de políticas de privacidade.	Todos os usuários	Alta
Estacionamento	Cadastro, seleção e consulta de estacionamentos vinculados à conta administrativa.	Administrador	Alta
Vagas e estadias	Consulta de vagas livres/ocupadas, lista de carros estacionados e finalização de estadias.	Administrador e funcionário	Alta
Reservas	Listagem, confirmação, cancelamento e consulta de detalhes de reservas cadastradas.	Administrador e funcionário	Alta
Funcionários	Cadastro, edição, exclusão.	Administrador	Média



Fonte: elaborada pelos autores (2026)

## 4.2 Resultados dos testes de usabilidade

O relatório de usabilidade apontou desempenho geral satisfatório no protótipo. No aplicativo do usuário, as tarefas de cadastro/login, escolha de estacionamento e pagamento, alteração de dados pessoais, adição de placa e notificações alcançaram 100% de sucesso, enquanto a tarefa de acesso ao histórico registrou 90% de sucesso e 10% de abandono. Entretanto, algumas tarefas apresentaram taxas de misclick elevadas, especialmente acesso ao histórico, adição de placa e alteração de dados pessoais, indicando necessidade de ajustes de visibilidade e orientação.

No sistema administrativo, os resultados mostraram maior dificuldade na tarefa de cadastrar estacionamento, com 77,8% de sucesso e 22,2% de abandono. As tarefas de acessar a lista de carros estacionados e cadastrar funcionário atingiram 88,9% de sucesso, mas ainda apresentaram drop-off de 11,1%. Esses dados sugerem que o fluxo administrativo é funcional, mas demanda simplificação e melhoria nas instruções, sobretudo em etapas que exigem preenchimento de dados ou tomada de decisão.

**Tabela 1 - Síntese dos testes de usabilidade por tarefa**

Ambiente	Tarefa	Resultado principal	Ponto de atenção
App do usuário	Cadastro/Login	100% de sucesso; tempo médio de 132s.	Misclick de 21,4%.
App do usuário	Escolher estacionamento e pagar	100% de sucesso; tempo médio de 51,7s.	Misclick de 26,3%.
App do usuário	Alterar dados pessoais	100% de sucesso; tempo médio de 18,5s.	Misclick de 37,5%.
App do usuário	Adicionar placa	100% de sucesso; tempo médio de 17,2s.	Misclick de 40,0%.
App do usuário	Acessar histórico	90% de sucesso; 10% de abandono.	Misclick de 45,7%.
App do usuário	Notificações	100% de sucesso; tempo médio de 7,7s.	Misclick de 8,3%.
Sistema administrativo	Cadastrar estacionamento	77,8% de sucesso; 22,2% de abandono.	Misclick de 41,8%.
Sistema administrativo	Lista de carros estacionados	88,9% de sucesso; 11,1% de abandono.	Misclick de 16,0%.
Sistema administrativo	Cadastrar funcionário	88,9% de sucesso; 11,1% de abandono.	Misclick de 15,2%.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base na documentação, no relatório de usabilidade e na apresentação do projeto AGM Park.

A percepção geral dos participantes também foi positiva. A avaliação geral do teste foi considerada boa por 89% dos respondentes, enquanto 11% classificaram como mais ou menos.

Quanto à interface, 67% avaliaram como bem intuitiva e 33% apontaram necessidade de melhorias. A facilidade para encontrar botões recebeu avaliação positiva de 67%, com 33% relatando alguma dificuldade. A distribuição dos elementos foi considerada bem distribuída por 100% dos participantes, o que sugere boa organização visual, embora alguns elementos precisem de maior destaque ou melhor orientação textual.

**Tabela 2 - Médias gerais convertidas para Escala Likert**

Área avaliada	Média	Interpretação
Avaliação geral do teste	3,88	Resultado positivo, entre razoável e bom.
Interface	4,33	Avaliação próxima de bom/excelente.
Facilidade para encontrar botões	4,11	Boa facilidade, com pontos de ajuste.
Distribuição de elementos	5,00	Avaliação excelente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base na documentação, no relatório de usabilidade e na apresentação do projeto AGM Park.

### 4.3 Melhorias identificadas

As sugestões dos participantes concentram-se em tornar a navegação mais intuitiva, melhorar a clareza das instruções, aumentar a visibilidade das vagas cadastradas, revisar o fluxo de cadastro de funcionários e ampliar a coleta de opiniões fora da turma. Essas recomendações são coerentes com os resultados quantitativos, pois as maiores taxas de misclick ocorreram justamente em tarefas que dependem de localização precisa de botões ou de compreensão do caminho correto.

Para a continuidade do desenvolvimento, recomenda-se priorizar o fluxo administrativo, principalmente cadastro de estacionamento, cadastro de funcionário e visualização de vagas. Também é importante padronizar mensagens de erro e confirmação, reduzir campos desnecessários, destacar botões principais e manter consistência visual entre as telas. Como o projeto envolve dados de usuários, funcionários e movimentações financeiras, aspectos de segurança e privacidade devem ser tratados desde a implementação. A literatura de segurança da informação reforça a necessidade de autenticação, controle de acesso e proteção de dados em sistemas computacionais (Pfleeger; Pfleeger, 2015; Stallings, 2018).

Outro ponto relevante é a integração com sensores Arduino. Embora a automação de vagas seja um diferencial, sua implementação deve ser validada por testes específicos de hardware e comunicação. O sistema precisa indicar quando a informação vem de sensores e quando foi registrada manualmente, evitando conflitos de dados. Em ambientes reais, também é recomendável prever exceções, como falha do sensor, vaga bloqueada, veículo estacionado fora da posição esperada ou necessidade de atualização manual pelo funcionário.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo adaptou a documentação, o relatório de usabilidade e a apresentação do projeto AGM Park ao formato de artigo acadêmico, respeitando a estrutura do modelo disponibilizado e a formatação solicitada. A análise demonstrou que a proposta responde a um problema recorrente em estacionamentos de pequeno e médio porte: a dependência de registros manuais para controlar vagas, veículos, funcionários e informações financeiras.

O AGM Park apresenta potencial para melhorar a eficiência operacional ao centralizar dados em um aplicativo mobile, permitir o acompanhamento das vagas e apoiar o registro de estadias. A possibilidade de integração com sensores Arduino/IoT reforça o caráter inovador da proposta, pois permite atualização em tempo real da ocupação das vagas e reduz a necessidade de conferência presencial. Além disso, os fluxos administrativos contemplam

tarefas essenciais para a rotina do estacionamento, como cadastro de estabelecimento, consulta de vagas, lista de carros estacionados, controle de funcionários, histórico e desempenho.

Os testes de usabilidade indicaram boa aceitação geral do protótipo, com destaque para a distribuição visual dos elementos e para o alto índice de sucesso em diversas tarefas. No entanto, os resultados também revelaram pontos de melhoria, especialmente nos fluxos administrativos e em telas com maior taxa de misclick. Assim, o projeto deve avançar com ajustes de navegação, maior clareza nas instruções, revisão dos botões e validação adicional com usuários fora do grupo inicial de participantes.

Como trabalhos futuros, sugere-se implementar integralmente a integração com sensores, conectar o aplicativo à API e ao banco de dados em ambiente real, ampliar os testes com proprietários e funcionários de estacionamentos, avaliar desempenho em horários de pico e desenvolver relatórios gerenciais mais completos. Também se recomenda revisar a aderência à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), considerando cadastro de usuários, armazenamento de informações pessoais e controle de permissões. Com esses aprimoramentos, o AGM Park poderá evoluir de protótipo validado para uma solução aplicada à gestão inteligente de estacionamentos.

## REFERÊNCIAS

CODD, E. F. A relational model of data for large shared data banks. *Communications of the ACM*, New York, v. 13, n. 6, p. 377-387, 1970.

DATE, C. J. *An Introduction to Database Systems*. 8th ed. Boston: Addison Wesley, 2003.

DSPACE. Aplicativo Vaguinha: uma aplicação para estacionamentos como solução para melhoria da mobilidade urbana. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/1271>. Acesso em: 24 ago. 2025.

KRUG, Steve. *Não me faça pensar: atualizado: uma abordagem de bom senso à usabilidade na web e mobile*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2014.

FLUTTERFLOW. *FlutterFlow: Build Apps Visually*. Disponível em: <https://flutterflow.io/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. *Sistemas de Informação Gerenciais*. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2018.

NIELSEN, J. *Usability Engineering*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2012.

PFLEEGER, C.; PFLEEGER, S. *Security in Computing*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2015.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Design de Interação: além da interação humano-computador*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software: uma abordagem profissional*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

ROCK CONTENT. *O que são personas, por que são importantes e como criar as suas*. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/personas/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

STAIR, R.; REYNOLDS, G. *Princípios de Sistemas de Informação*. 13. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

STALLINGS, W. Cryptography and Network Security. Boston: Pearson, 2018.

UX COLLECTIVE. O que é fluxo de navegação e por que ele é importante no UX Design. Disponível em: <https://uxdesign.cc/fluxo-de-navegacao-o-que-e-e-como-criar-1f99c0fcf62e>. Acesso em: 20 abr. 2025.

Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e adequação às normas ABNT são de inteira responsabilidade dos autores.

### **Declaração de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de redação**

Declara-se pelos autores que, durante a preparação deste trabalho, foi utilizado o ChatGPT, da OpenAI, para apoio na organização textual, adaptação do conteúdo ao modelo de artigo e revisão de clareza. Após utilizar esta ferramenta, os autores editaram e revisaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.