

**SISTEMA FARMAEDUK WEB: PLATAFORMA DE GESTÃO DA COLETA DE  
MEDICAMENTOS VENCIDOS E CONTROLE DE CRÉDITOS DIGITAIS**

**FARMAEDUK WEB SYSTEM: PLATFORM FOR MANAGING THE COLLECTION OF  
EXPIRED MEDICATIONS AND CONTROLLING DIGITAL CREDITS**

**Antônio Carlos Maciel de Lima<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8417-0810>

E-mail: [antonio.lima101@aluno.uniceug.com.br](mailto:antonio.lima101@aluno.uniceug.com.br)

**Grazielly Pereira de Souza<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2604-5924>

E-mail: [grazielly.souza4@aluno.uniceug.com.br](mailto:grazielly.souza4@aluno.uniceug.com.br)

**Gustavo Antônio Porto Sousa<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2093-1253>

E-mail: [gustavo.sousa67@aluno.uniceug.com.br](mailto:gustavo.sousa67@aluno.uniceug.com.br)

**João Gabriel Barbosa Siqueira<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3471-564X>

E-mail: [joao.siqueira43@aluno.uniceug.com.br](mailto:joao.siqueira43@aluno.uniceug.com.br)

**João Vitor Duarte Borges<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8459-4858>

E-mail: [joao.borges56@aluno.uniceug.com.br](mailto:joao.borges56@aluno.uniceug.com.br)

**José Pedro Guimarães Alves<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1138-8096>

E-mail: [jose.alves98@aluno.uniceug.com.br](mailto:jose.alves98@aluno.uniceug.com.br)

**Kellynton Rodrigues Cotrim<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2716-7171>

E-mail: [kellynton.cotrim@aluno.uniceug.com.br](mailto:kellynton.cotrim@aluno.uniceug.com.br)

**Maria Raimunda Bispo Sousa<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7733-8578>

E-mail: [maria.sousa871@aluno.uniceug.com.br](mailto:maria.sousa871@aluno.uniceug.com.br)

**Millena Galvão Rocha<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0009-0006-0740-3306>

E-mail: [millena.rocha9@aluno.uniceug.com.br](mailto:millena.rocha9@aluno.uniceug.com.br)

**Patrícia Furtado da Silva<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5606-6487>

E-mail: [patricia.silva754@aluno.uniceug.com.br](mailto:patricia.silva754@aluno.uniceug.com.br)

**Rita Nayara Morais Moreira**<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0009-0009-0070-030X>  
E-mail: rita.moreira4@aluno.uniceug.com.br

**Ryan Luka Guedes**<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1699-2761>  
E-mail: ryan.guedes@aluno.uniceug.com.br

**Valdernandes Pereira da Silva Junior**<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0009-0006-5229-9675>  
E-mail: valdernandes.junior@aluno.uniceug.com.br

**Victor Carlos de Carvalho Souza**<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7696-7232>  
E-mail: victor.souza177@aluno.uniceug.com.br

**Victor Gabriel Souza Lacerda**<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0009-0006-3689-225X>  
E-mail: victor.lacerda4@aluno.uniceug.com.br

**Thiago Levi Silva Oliveira**<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3848-5261>  
E-mail: thiago.oliveira149@docente.suafaculdade.com.br

**Leonardo Mendes Santana**<sup>2</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8651-2598>  
E-mail: leonardo.santana39@docente.suafaculdade.com.br

**Saul Matuzinhos de Moura**<sup>2</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1830-433X>  
E-mail: saul.moura1@docente.suafaculdade.com.br

<sup>1</sup>Discente do Centro Universitário de Goiânia - UNICEUG, Campus Goiânia – GO, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Centro Universitário de Goiânia – UNICEUG, Goiânia – GO, Brasil.

---

## RESUMO

**Introdução:** Frente aos riscos socioambientais decorrentes do descarte incorreto de resíduos farmacêuticos e diante das severas limitações operacionais e de auditoria dos controles manuais, a consolidação de ecossistemas digitais auditáveis colabora com a efetividade do processo para descarte seguro de medicamentos. **Objetivos:** Apresentar o desenvolvimento do Sistema Farmaeduc Web, uma solução projetada para modernizar, automatizar e conferir rastreabilidade ao gerenciamento da coleta de medicamentos vencidos no cenário acadêmico,

integrando módulos para cadastro de usuários, catalogação analítica de itens e gerenciamento de créditos digitais institucionais (Farmacoins). **Métodos:** O sistema utiliza tecnologias web da stack JavaScript (HTML5, CSS3, React, Node.js, Express.js e PostgreSQL), sendo estruturado metodologicamente por meio da modelagem visual UML. **Resultados:** A plataforma possibilita o registro analítico das informações dos itens coletados, a validação segura das operações por perfis de administradores/professores responsáveis e a geração automatizada de créditos digitais vinculados à conta individual de cada aluno participante. **Conclusões:** O Sistema Farmaeduk Web demonstra eficácia para automatizar o fluxo de coleta de medicamentos descontinuados, promovendo maior organização e controle operacional, além de consolidar-se como ferramenta de suporte a ações sustentáveis e extensionistas no ambiente universitário.

**Palavras-chave:** Engenharia de Software; Logística Reversa; Medicamentos Vencidos; Sistemas Web.

## ABSTRACT

**Introduction:** In light of the socio-environmental risks stemming from the incorrect disposal of pharmaceutical waste and the severe operational and auditing limitations of manual controls, the consolidation of auditable digital ecosystems contributes to the effectiveness of the safe drug disposal process. **Objectives:** To present the development of the Farmaeduk Web System, a solution designed to modernize, automate, and provide traceability to the management of expired medication collection within an academic environment, integrating modules for user registration, analytical cataloging of items, and the management of institutional digital credits (Farmacoins). **Methods:** The system utilizes web technologies from the JavaScript stack (HTML5, CSS3, React, Node.js, Express.js, and PostgreSQL), being methodologically structured through UML visual modeling. **Results:** The platform enables the detailed recording of collection data, secure operation validation by administrator and supervisor faculty profiles, and the automated generation of digital credits linked directly to each participating student's individual account. The Farmaeduk Web System demonstrates efficiency in automating the drug disposal workflow, promoting greater organization and operational control, while also establishing itself as a supportive tool for sustainable actions and university outreach projects.

**Keywords:** Software Engineering; Reverse Logistics; Expired Medications; Web Systems.

## 1. INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de medicamentos vencidos ou em desuso configura-se como um problema crítico de saúde pública e de preservação ambiental em escala global. Quando resíduos farmacêuticos são eliminados incorretamente no lixo comum ou na rede de esgoto doméstica, substâncias químicas ativas infiltram-se no solo e atingem os lençóis freáticos. Esse processo de contaminação ecotoxicológica afeta a biota e impulsiona o desenvolvimento de microrganismos multirresistentes (Falqueto *et al.*, 2020). Por conseguinte, a implementação de práticas eficientes de logística reversa e a destinação correta desses resíduos deixaram de

ser apenas diferenciais ecológicos para se tornarem exigências sanitárias urgentes, conforme preconiza a legislação nacional sobre resíduos sólidos (Ramos e Silva, 2022).

No cenário acadêmico, as campanhas de conscientização e arrecadação de fármacos constituem pilares essenciais para as atividades de extensão universitária. No âmbito do curso superior de Farmácia, essas iniciativas aproximam a comunidade externa de práticas sustentáveis e promovem a educação em saúde. Todavia, a execução interna desses projetos frequentemente esbarra na dependência de controles manuais e planilhas analógicas locais. A pesagem sem catalogação automatizada e a vulnerabilidade a erros de digitação geram severos gargalos operacionais e comprometem a rastreabilidade e a transparência do fluxo de recolhimento, limitando a capacidade de expansão dessas ações (Santos *et al.*, 2021).

Como estratégia para mitigar essas limitações, a engenharia de software oferece soluções capazes de centralizar movimentações, assegurar a integridade das informações e otimizar fluxos de trabalho através de plataformas computacionais robustas (Oliveira e Souza, 2023). A convergência entre a Tecnologia da Informação e as Ciências Farmacêuticas permite converter rotinas operacionais vulneráveis a falhas humanas em ambientes digitais transparentes e auditáveis. Ademais, a associação de sistemas web a mecanismos de incentivo acadêmico como a distribuição de créditos digitais institucionais baseados em estratégias de gamificação, corresponde uma abordagem altamente eficaz para engajar de forma contínua e interativa a comunidade universitária em práticas sustentáveis (Mendonça e Lima, 2024).

Frente a esse cenário, torna-se importante investigar e desenvolver arquiteturas computacionais capazes de reverter a fragilidade dos processos por meio de ambientes digitais auditáveis. Para tanto, este estudo tem por objetivo científico apresentar o desenvolvimento e a engenharia do Sistema Farmaeduc Web, uma solução de software responsiva concebida para automatizar o ciclo de descarte de medicamentos no contexto acadêmico. A plataforma foi estruturada para cadastrar usuários, registrar os medicamentos coletados, formalizar eventos de arrecadação e emitir, de forma automatizada, créditos digitais correspondentes à conta individual de cada participante. Adicionalmente, busca-se oferecer uma ferramenta centralizada e eficiente que valide as operações por meio de perfis restritos de administradores ou professores responsáveis, garantindo a integridade das informações

coletadas e apoiando de forma segura as atividades práticas, científicas e extensionistas do projeto *Farmaeduc*.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, qualitativa e descritiva, fundamentada em princípios de Engenharia de *Software* e Engenharia de Requisitos. O desenvolvimento do Sistema *Farmaeduc Web* foi estruturado em etapas de levantamento de requisitos, análise de processos, modelagem UML e desenvolvimento incremental do *software*.

Inicialmente, realizou-se entrevistas, questionários e observações junto a professora do curso de farmácia responsável pelo projeto *Farmaeduc*, professora Stella Laila, permitindo identificar necessidades operacionais, dificuldades do processo manual e funcionalidades essenciais para o desenvolvimento do MVP do sistema.

A metodologia ágil Scrum foi utilizada de forma adaptada ao contexto acadêmico, possibilitando organização das tarefas em ciclos curtos de desenvolvimento, com validações contínuas das funcionalidades implementadas.

### 2.1 Técnicas de Coleta de Dados

A coleta de dados desta pesquisa iniciou-se por meio da observação direta realizada junto à professora responsável pelo curso de Farmácia e pelas atividades extensionistas do projeto *Farmaeduc*, especialmente relacionadas ao fluxo de coleta de medicamentos vencidos e ao controle manual das informações registradas durante as campanhas.

Conforme Yin (2016), a observação em ambiente real possibilita compreender processos, comportamentos e dinâmicas operacionais sem interferência direta nas atividades desenvolvidas. Essa etapa permitiu identificar limitações relacionadas à organização dos registros, rastreabilidade das entregas e gerenciamento dos créditos digitais utilizados no projeto.

Na sequência, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com a docente responsável pela ação extensionista vinculada ao *Farmaeduc*. Segundo Gil (2019), esse tipo de entrevista possibilita maior flexibilidade na obtenção das informações, permitindo ao entrevistado apresentar percepções, experiências e necessidades específicas relacionadas ao

problema investigado. O resultado dessa entrevista, pode ser mais bem observado, no Anexo 1.

As informações levantadas contribuíram diretamente para definição das funcionalidades prioritárias do sistema, bem como para estruturação das regras de negócio relacionadas ao cadastro de usuários, registro de medicamentos, validação das coletas e geração automática dos Farmacoins.

Além disso, a pesquisa bibliográfica foi utilizada como suporte teórico para fundamentação científica do projeto. De acordo com Marconi e Lakatos (2021), a pesquisa bibliográfica consiste no levantamento e análise de materiais já publicados sobre determinado tema, permitindo embasamento conceitual e metodológico da investigação. Nesse contexto, foram analisadas obras relacionadas à Engenharia de *Software*, desenvolvimento *web*, modelagem UML e banco de dados relacionais, auxiliando na definição da arquitetura tecnológica do sistema e na escolha das ferramentas utilizadas no desenvolvimento da aplicação.

A fundamentação teórica também contribuiu para a definição da arquitetura do Sistema Farmaeduk *Web*, desenvolvida com tecnologias *web* da *stack* JavaScript, utilizando HTML5, CSS3 e React na camada de interface, Node.js e Express.js no processamento das regras de negócio e PostgreSQL no gerenciamento e armazenamento das informações. Essa estrutura foi organizada por meio da modelagem UML, permitindo maior padronização, integração e organização dos componentes da aplicação.

Essa organização tecnológica segue princípios de modularização, integração e escalabilidade discutidos por Pressman e Maxim (2016) e Sommerville (2019). A modelagem UML aplicada ao projeto fundamenta-se nos conceitos apresentados por Bezerra (2015), permitindo representar visualmente os fluxos operacionais e os relacionamentos entre os componentes do sistema.

Por fim, a combinação entre observação, entrevistas e pesquisa bibliográfica possibilitou compreender as necessidades do ambiente acadêmico e estruturar uma solução tecnológica alinhada às ações extensionistas do projeto Farmaeduk. A partir dessas técnicas, tornou-se possível desenvolver uma plataforma capaz de automatizar o fluxo de coleta de medicamentos vencidos, promover maior controle das movimentações dos Farmacoins e garantir mais

organização, rastreabilidade e eficiência operacional às atividades realizadas pelos alunos e professores envolvidos no projeto.

## 2.2 Modelagem Visual e Validação

A partir da triangulação dos dados coletados (literatura, observação e entrevistas), iniciou-se a fase de **modelagem visual** utilizando a UML. Como aponta Pressman e Maxim (2021), a modelagem atua como um mecanismo de tradução entre os requisitos de negócio e a implementação técnica. Para a concepção da arquitetura sistêmica, elaboraram-se os seguintes artefatos:

- **Diagramas de Casos de Uso:** para delimitar o escopo do sistema e definir as interações dos usuários;
- **Diagramas de Classes:** para a modelagem conceitual e estruturação lógica do banco de dados;
- **Diagramas de Sequência:** para mapear o fluxo dinâmico de operações e a troca de mensagens entre a camada de *front-end* (React) e o *back-end* (Node.js).

Essa abordagem metodológica garante que a implementação do *software* seja precedida por uma validação lógica rigorosa, assegurando a rastreabilidade integral entre as demandas científicas levantadas em campo e o artefato tecnológico final.

## 3. RESULTADOS

A utilização do Node.js no Sistema Farmaeduk *Web* possibilita o processamento eficiente das funcionalidades da aplicação por meio da execução do JavaScript no lado do servidor, promovendo integração com o PostgreSQL para armazenamento seguro e organizado das informações.

Conforme Teixeira (2016, p. 21), “o Node.js utiliza um modelo de E/S direcionado a eventos e não bloqueante que o torna leve e eficiente”, característica importante para aplicações que necessitam de rapidez no processamento e gerenciamento simultâneo de operações. Nesse contexto, o PostgreSQL atua como sistema gerenciador de banco de dados relacional responsável pela persistência, integridade e confiabilidade das informações relacionadas às coletas de medicamentos e aos créditos digitais gerados no sistema.

O JavaScript destaca-se como uma das principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento *web* moderno, permitindo integração entre interface e regras de negócio dentro de uma mesma *stack* tecnológica. Segundo Flanagan (2011, p. 1), “a maioria dos sites modernos usa JavaScript”, fator que favorece a comunicação entre o *front-end* desenvolvido em React e o *back-end* estruturado em Node.js e Express.js.

O Sistema Farmaeduc *Web* foi projetado para automatizar e organizar o fluxo operacional das campanhas de coleta de medicamentos vencidos realizadas no contexto acadêmico. A arquitetura da solução prioriza rastreabilidade, controle das operações e gerenciamento centralizado das informações. O fluxo operacional inicia-se pelo cadastro e autenticação dos usuários, seguido pelo registro dos medicamentos coletados durante os eventos de coleta promovidos pelo projeto Farmaeduc.

Após o registro das entregas, o sistema realiza a validação das operações por meio do perfil Professor/Admin, permitindo a geração automática dos Farmacoins conforme as regras de negócio estabelecidas. Em seguida, os créditos digitais são vinculados à conta individual do participante, possibilitando atualização instantânea do saldo e acompanhamento das movimentações realizadas na plataforma.

Essa estrutura permite maior organização operacional, controle das informações e automatização das atividades extensionistas relacionadas ao descarte consciente de medicamentos. Além disso, o sistema proporciona maior segurança, acessibilidade e integridade dos registros, fortalecendo o gerenciamento das campanhas acadêmicas e incentivando práticas sustentáveis por meio da utilização dos Farmacoins.

Além das tecnologias empregadas no desenvolvimento da aplicação, também foram utilizados artefatos da UML para modelagem visual e documentação dos processos do sistema, os quais serão apresentados nas seções seguintes.

### **3.1 UML (*Unified Modeling Language*)**

A *Unified Modeling Language* (UML) representa um padrão internacional utilizado para especificação, visualização e documentação de sistemas orientados a objetos. Segundo Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005), a UML fornece uma linguagem visual padronizada capaz de representar tanto os aspectos estruturais quanto comportamentais de uma aplicação, facilitando a comunicação entre desenvolvedores, analistas e demais envolvidos no projeto.

No contexto do Sistema *Farmaeduk Web*, a UML foi utilizada como ferramenta metodológica para estruturar visualmente os processos operacionais relacionados à coleta de medicamentos vencidos, ao gerenciamento dos Farmacoins e ao fluxo das funcionalidades da plataforma. A aplicação dos diagramas possibilitou organizar os requisitos do sistema, representar os relacionamentos entre os componentes da aplicação e documentar o comportamento das operações realizadas pelos usuários.

Por meio da modelagem UML, foi possível representar o fluxo operacional desde o cadastro dos participantes até a validação das coletas e atualização do saldo digital dos Farmacoins. Dessa forma, os diagramas contribuíram para maior clareza na documentação do projeto, redução de inconsistências durante o desenvolvimento e melhor alinhamento entre as necessidades identificadas e a implementação técnica da solução.

### 3.2 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso atua no nível mais alto de abstração da UML, mapeando as interações externas e as fronteiras do sistema. Segundo Pressman e Maxim (2021), o caso de uso descreve uma sequência de ações que o sistema executa para fornecer um resultado observável de valor para um ator específico.

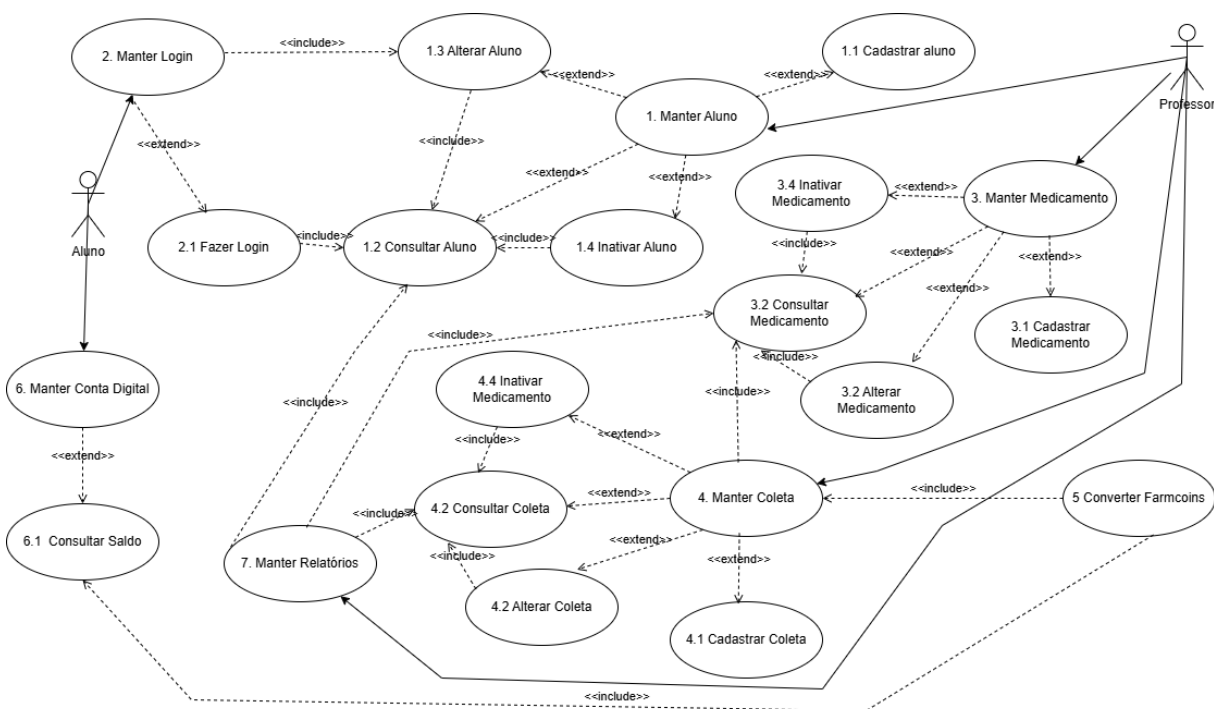
A seguir é apresentado o Diagrama de Caso de Uso, elaborado pelos acadêmicos, que representa o cenário do sistema que foi implementado.

Este diagrama de casos de uso da UML modela as interações entre os atores **Aluno** e **Professor** e as principais funcionalidades de um sistema acadêmico ou de gerenciamento de projetos (aparentemente voltado para a área de farmácia ou saúde, dado o termo "Farmacoins"). O **Professor** atua como o principal administrador do sistema, sendo diretamente responsável pelo gerenciamento de entidades centrais através dos casos de uso de alto nível como *1. Manter Aluno*, *3. Manter Medicamento* e *4. Manter Coleta*. Por outro lado, o **Aluno** interage de forma mais restrita, focando em suas próprias credenciais (*2. Manter Login*), na visualização de dados financeiros ou de recompensas (*6. Manter Conta Digital*), e na geração de relatórios vinculados às coletas.

Do ponto de vista técnico e estrutural, o diagrama apresenta algumas inconsistências e inversões conceituais no uso dos relacionamentos da UML. As flechas de <<include>> e <<extend>> frequentemente apontam para a direção oposta do padrão técnico: por exemplo,

uma inclusão (<<include>>) deveria partir do caso de uso base em direção ao comportamento obrigatório (como de *Fazer Login* para *Consultar Aluno*, o que logicamente parece invertido), e a extensão (<<extend>>) deveria apontar do comportamento opcional de volta para o caso de uso base. Além disso, há uma mistura incomum de fluxos, como o caso de uso 5. *Converter Farmcoins* incluindo diretamente uma consulta de saldo no escopo do Aluno e, ao mesmo tempo, estendendo a manutenção de coletas, o que torna o fluxo do sistema excessivamente acoplado e de difícil leitura.

**Figura 1 - Diagrama de Caso de Uso.**



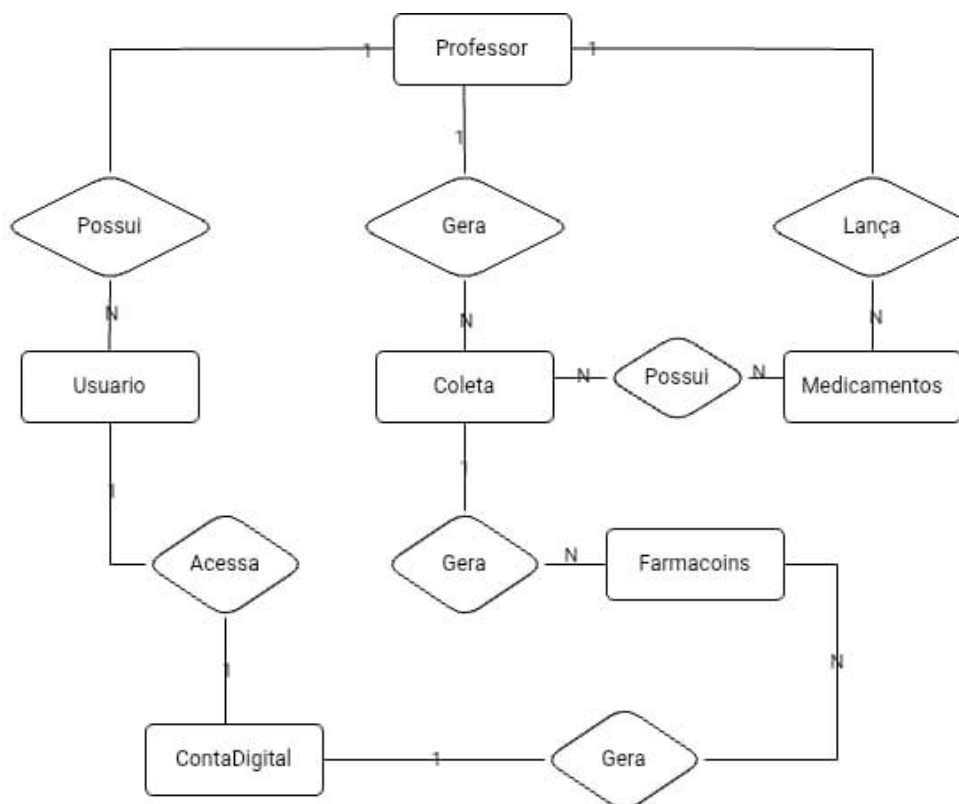
Fonte: os autores (2026).

### 3.3 MER (Modelo Entidade-Relacionamento)

O Modelo Entidade-Relacionamento (MER) do sistema FarmaEduk representa de forma conceitual a estrutura do sistema responsável pela coleta de medicamentos vencidos e sua conversão em moedas digitais. Segundo Elmasri e Navathe (2019), o MER permite organizar os dados e os relacionamentos entre as entidades antes da implementação no banco de dados.

No diagrama, o Professor gerencia os Usuários, realiza o lançamento dos Medicamentos e gera as Coletas. Os usuários acessam o sistema por meio de uma Conta Digital, utilizada para receber as moedas digitais geradas após a entrega dos medicamentos vencidos. As Coletas se relacionam com os medicamentos e com as Farmácias, responsáveis pelo recebimento e controle dos itens coletados. Dessa forma, o MER do FarmaEduk demonstra como as informações do sistema estão organizadas, garantindo integração, controle e segurança dos dados no banco de dados MySQL.

**Figura 2 - Modelo Entidade Relacionamento - MER**



Fonte: os autores (2026).

Este Modelo de Entidade-Relacionamento (MER) descreve a estrutura de dados para o mesmo sistema de gerenciamento de coletas e recompensas acadêmicas, mapeando como os conceitos do diagrama de casos de uso se traduzem em entidades e relacionamentos no banco de dados. A entidade **Professor** atua como o ponto central de controle operacional, possuindo uma relação de 1 para N com **Usuario** (provavelmente representando os alunos),

**Coleta e Medicamentos**, o que valida o papel de administrador observado anteriormente. O fluxo de valor do sistema fica evidente na ramificação inferior: uma **Coleta** gera **Farmacoin** (relação 1:N), e estes **Farmacoin** estão vinculados a uma **ContaDigital** (relação N:1), que por sua vez é acessada de forma exclusiva (1:1) pela entidade **Usuario**.

Do ponto de vista de modelagem relacional, o diagrama apresenta algumas redundâncias e inconsistências estruturais que merecem atenção. A relação "Possui" entre **Coleta e Medicamentos** está mapeada como N:N, o que é correto para indicar que uma coleta pode conter vários medicamentos e vice-versa, mas o fato de o Professor estar ligado diretamente a ambos de forma individual cria caminhos redundantes no modelo. Além disso, a entidade **Farmacoin** possui uma relação de "Gera" tanto vinda de **Coleta** quanto vinda de **ContaDigital**; idealmente, a Conta Digital deveria apenas *acumular* o saldo gerado pelas coletas do usuário, e não "gerar" a moeda em si. Por fim, a modelagem de **Professor** "possuindo" N **Usuario** é conceitualmente confusa, sugerindo que professores e alunos não compartilham uma base comum de usuários, o que pode complicar a autenticação e o controle de acesso no sistema real.

### 3.4 Diagrama de Classe

O diagrama de classes do sistema FarmaEduk representa a estrutura lógica da aplicação responsável pelo gerenciamento da coleta de medicamentos vencidos e pela conversão desses itens em moedas digitais. De acordo com Bezerra (2015), o diagrama de classes é um dos principais elementos da modelagem orientada a objetos, pois descreve as classes, seus atributos e os relacionamentos necessários para o funcionamento do sistema.

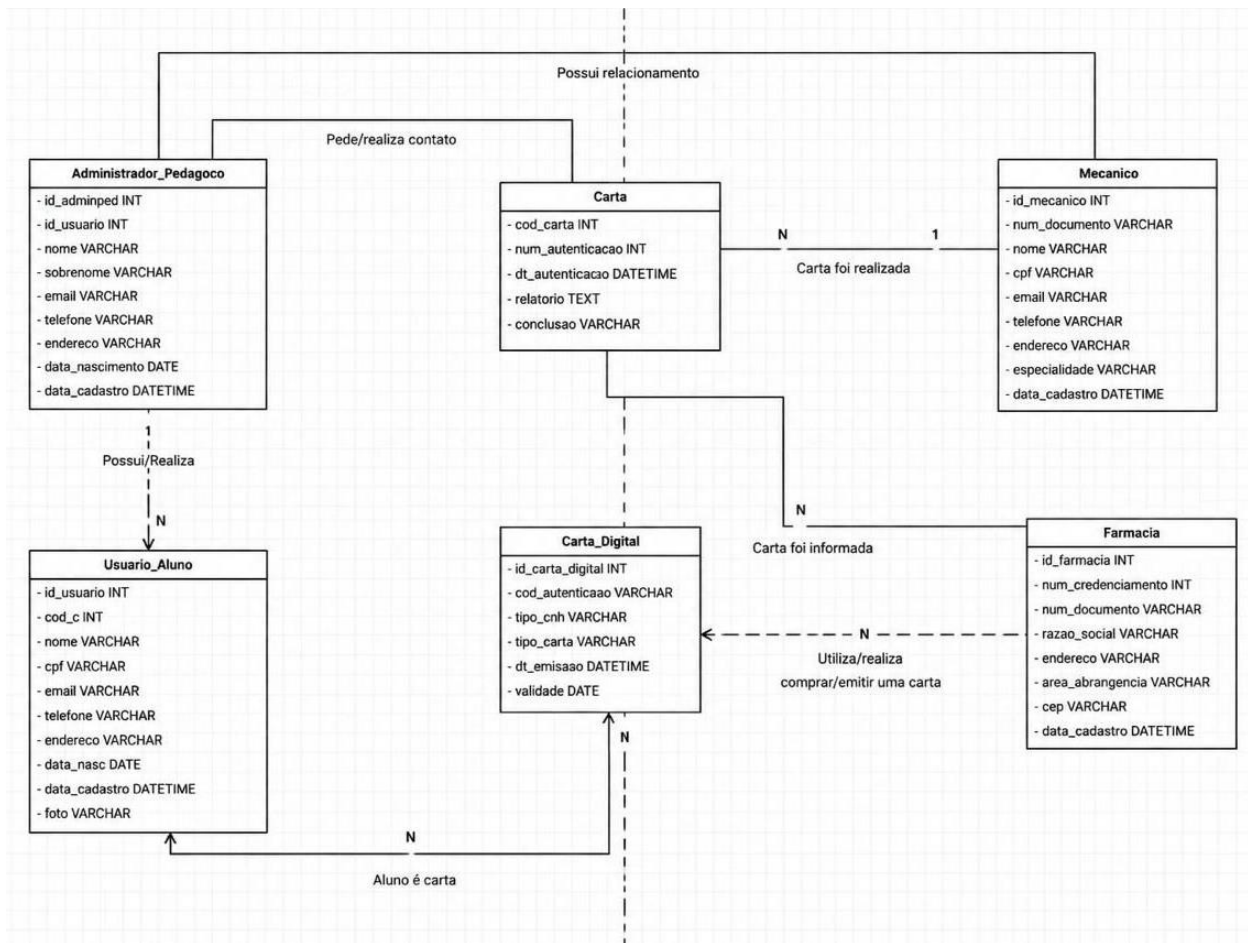
No FarmaEduk, a classe **Usuario\_Aluno** representa os estudantes participantes do projeto, responsáveis pela entrega dos medicamentos vencidos. A classe **Docente** possui a função de supervisionar e cadastrar os medicamentos recebidos no sistema, garantindo o controle e a validação das informações inseridas. Após o cadastro, os medicamentos são processados pelo sistema, que realiza a conversão em moedas digitais, gerando créditos vinculados à **Carta\_Digital** do aluno.

A classe **Farmacia** está relacionada ao controle e à destinação adequada dos medicamentos coletados, promovendo segurança e responsabilidade ambiental. Já a

classe Conta\_Digital armazena informações como autenticação, validade e saldo digital, permitindo que os alunos acompanhem os créditos obtidos pelas entregas realizadas.

Dessa forma, o diagrama evidencia a integração entre os usuários, docentes, farmácias e cartas digitais, estruturando o funcionamento do FarmaEduk de maneira organizada, segura e alinhada aos princípios de sustentabilidade e incentivo educacional.

**Figura 3 - Diagrama de Classes.**



Fonte: os autores (2026).

### 3.5 Diagrama de Sequência

Sendo um diagrama eminentemente dinâmico e comportamental, o diagrama de sequência apresentado demonstra a interação cronológica entre os atores e os componentes do sistema ao longo da execução dos processos principais da aplicação. Conforme destaca Craig Larman, esse tipo de diagrama é utilizado para representar os casos de uso por meio da

troca de mensagens entre objetos, permitindo visualizar como cada elemento coopera para atingir um objetivo funcional específico.

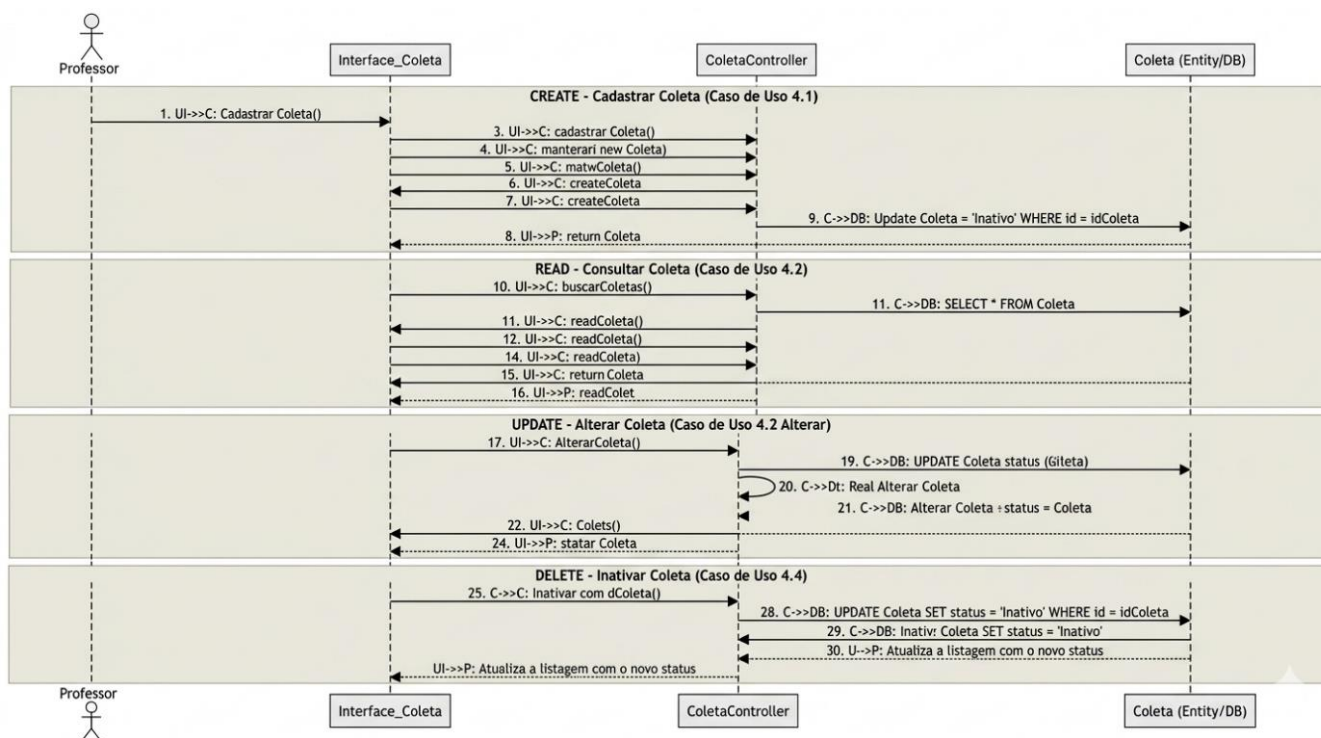
O diagrama evidencia a comunicação entre o usuário (operador/admin), a camada de *front-end*, a API/*back-end*, o banco de dados, o serviço de carteira FarmCoins, o módulo de medicamentos e a conta do aluno. O fluxo inicia no processo de autenticação, em que o usuário acessa a tela de login, informa suas credenciais e o *front-end* realiza uma requisição ao *back-end* para validação. Após a consulta ao banco de dados e verificação da senha, o sistema retorna um token JWT, permitindo o redirecionamento seguro para o dashboard da aplicação.

Em seguida, o segundo fluxo representa o cadastro de medicamentos e doadores. O usuário preenche os dados necessários no formulário, enquanto o *back-end* valida o token JWT e realiza a busca ou criação do perfil do doador no banco de dados. Após essa etapa, o medicamento é associado ao respectivo doador e o sistema retorna uma confirmação de cadastro, evidenciando a persistência das informações e a comunicação assíncrona entre os componentes.

O terceiro fluxo demonstra a conversão de medicamentos em créditos FarmCoins. Nesse cenário, a API solicita ao serviço de carteira o registro da transação de crédito vinculada ao aluno doador. Após a confirmação da operação, o sistema consulta o saldo atualizado e retorna ao usuário uma notificação contendo a quantidade de FarmCoins creditadas, garantindo rastreabilidade e transparência nas operações financeiras da plataforma.

Por fim, o quarto fluxo detalha o processo de entrega de medicamentos e crédito ao aluno. O *back-end* realiza a validação do medicamento junto ao módulo responsável, calcula a quantidade de FarmCoins correspondente e atualiza o saldo da carteira do aluno. Após o registro da entrada e a confirmação da operação, o sistema retorna uma mensagem de sucesso ao operador, concluindo o ciclo operacional da aplicação.

**Figura 4 - Diagrama de Sequência do Sistema.**



Fonte: os autores (2026).

#### 4. DISCUSSÃO

Como resultado prático do desenvolvimento do Sistema Farmaeduc *Web*, a implementação da aplicação utilizando Node.js no *back-end*, integrada ao banco de dados relacional PostgreSQL, consolidou uma infraestrutura moderna, estável e eficiente para o gerenciamento das informações relacionadas à coleta de medicamentos vencidos.

A arquitetura baseada em um modelo de entrada e saída (E/S) orientado a eventos e não bloqueante mostrou-se eficaz no processamento simultâneo das requisições realizadas pelos usuários da plataforma, reduzindo gargalos operacionais e proporcionando maior desempenho nas operações executadas em tempo real. Além disso, a utilização integrada da linguagem JavaScript, associada à biblioteca React no *front-end* conectada via API à camada servidora, possibilitou uma comunicação fluida entre os módulos da aplicação, resultando em uma plataforma *web* escalável, segura e adequada ao gerenciamento das informações armazenadas.

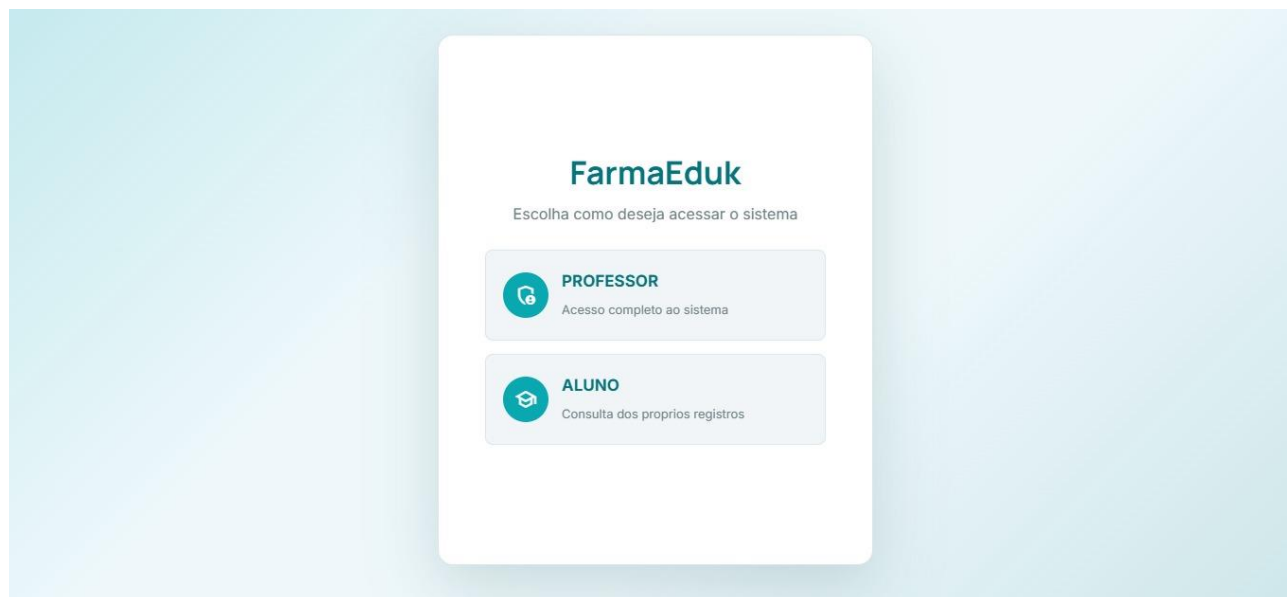
O artefato de *software* desenvolvido alcançou êxito na digitalização do processo de coleta e registro de medicamentos vencidos, oferecendo aos usuários um fluxo operacional

organizado e voltado à rastreabilidade das entregas realizadas. O ecossistema construído operacionaliza de maneira sequencial o cadastro dos alunos participantes, o registro dos medicamentos entregues e a validação das informações relacionadas aos produtos coletados, como princípio ativo, validade e quantidade. A partir desse processo, o sistema realiza automaticamente a conversão das entregas em FarmCoins, moedas digitais utilizadas como mecanismo de incentivo sustentável aos estudantes participantes do programa.

O módulo de carteira digital integrado ao Farmaeduc permite que cada medicamento entregue gere créditos proporcionais em FarmCoins para o aluno responsável pela entrega. Após a validação do medicamento pelo sistema, o saldo do estudante é atualizado automaticamente, garantindo transparência e rastreabilidade em todas as transações realizadas. Cada ação executada no sistema retorna uma confirmação visual imediata ao operador, assegurando maior confiabilidade operacional e melhor experiência de uso durante o processo de coleta e registro.

O resultado desta pesquisa pode ser observado na interface da aplicação apresentada nas figuras do projeto, nas quais é possível visualizar o *layout* funcional do sistema implementado em linguagem de programação web e acessado diretamente pelo navegador.

**Figura 5** - Layout do Sistema, em sua versão Inicial.



Fonte: os autores (2026).

**Figura 6** - Layout do Sistema, tela de Dashboard.

The dashboard features three summary cards at the top: 'Saldo total' with a value of 875 FC, 'Caixas registradas' with a value of 40, and 'Alunos participantes' with a value of 4. Below these are two main panels. The left panel, 'Adicionar medicamento', includes input fields for 'Nome do aluno', 'Medicamento ou princípio ativo', 'Data de entrega' (with a date picker), and 'Data do vencimento do medicamento' (with a date picker). A dropdown menu is set to '1'. A blue button at the bottom states 'Essa entrega gera 25 FARMACOINS.'. The right panel, 'Retirar FARMACOINS', includes input fields for 'Nome do aluno', 'Valor a retirar', and 'Motivo da retirada'. A red warning box at the bottom of this panel reads 'Use quando o aluno gastar FARMACOINS em eventos, brindes ou premiações.'

Fonte: os autores (2026).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conclusão do projeto reafirma a eficiência da integração entre React, Node.js, utilizando o framework Express, e MySQL na construção de uma aplicação *web* robusta voltada à conscientização ambiental e ao descarte correto de medicamentos vencidos. A utilização da UML permitiu estruturar de forma precisa os fluxos de autenticação, cadastro, validação de medicamentos e geração de créditos digitais, assegurando a integridade das informações trafegadas no sistema.

O cenário anterior, realizado de forma manual e sem integração digital, dificultava o controle das entregas e o acompanhamento das recompensas concedidas aos alunos participantes.

Com a implementação do Farmaeduc, todo o processo passou a ser executado em ambiente *web*, permitindo maior organização, automação e confiabilidade no gerenciamento das coletas.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, Eduardo. **Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML: Guia do Usuário**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de Banco de Dados**. 7. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2019.

FALQUETO, Elda; BRAGA, Maria Luiza; COELHO, Juliano. Impactos ambientais decorrentes do descarte incorreto de medicamentos: uma revisão integrativa da literatura nacional. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 55, n. 3, p. 341-356, 2020.

FLANAGAN, David. **JavaScript: O Guia Definitivo**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2019.

LARMAN, Craig. **Utilizando UML e Padrões: Uma Introdução à Análise e ao Projeto Baseados em Objetos e ao Desenvolvimento Iterativo**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MENDONÇA, Arthur; LIMA, Ricardo. Gamificação aplicada à sustentabilidade: o uso de sistemas de recompensas digitais no engajamento de comunidades acadêmicas. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 13, n. 1, p. e24102, 2024.

OLIVEIRA, Marcos Rogério de; SOUZA, Fernando Henrique. Transformação digital no gerenciamento de resíduos de serviços de saúde através de sistemas web integrados. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 15, n. 2, p. 45-57, 2023.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021.

RAMOS, Ana Paula; SILVA, Thiago Santos. Logística reversa de medicamentos no Brasil: desafios regulatórios e operacionais após o Decreto Federal nº 10.388. **Revista de Saúde Pública e Direito**, v. 8, n. 2, p. 112-129, 2022.

SENS, Gabriel; NUNES, Jéssica; COSTA, Carlos. Automação de processos analógicos em projetos extensionistas: avaliando a eficiência operacional em ambiente universitário. **Revista Conexão UEPG**, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2021.

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

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. Tradução técnica de Luiz Cláudio Queiroz; revisão técnica de Fábio Levy Siqueira. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

TEIXEIRA, Eber Omar Betim. **Node.js: aplicações web real-time com Node.js**. São Paulo: Casa do Código, 2016.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

---

**Endereço para correspondência:**

Saul Matuzinhos de Moura

Departamento, Instituição. Endereço, Cidade – Estado, CEP: 00000-000, Brasil.

E-mail: saul.moura1@docente.suafaculdade.com.br

**Histórico do Artigo:**

Recebido em: 20/01/2026

Aceito em: 20/03/2026

Disponível online em: 22/06/2026