Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

doi.org/10.51891/rease.v12i11.33270

APLICATIVO MÓVEL PARA CONTROLE DE MEDICAMENTOS DE ALTO CUSTO

MOBILE APPLICATION FOR THE CONTROL OF HIGH-COST MEDICATIONS

APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CONTROL DE MEDICAMENTOS DE ALTO COSTO

Felipe Inácio de Barros Sousa[1]
André Luiz da Silva[2]
Fabiana Florian[3]

RESUMO: Este artigo teve como objetivo desenvolver o MedControl, um aplicativo móvel para apoiar o controle de estoque e o acompanhamento dos prazos de validade de medicamentos de alto custo. Trata-se de pesquisa aplicada e descritiva, que partiu de levantamento bibliográfico para definir os requisitos do sistema. A solução reúne um aplicativo desenvolvido com o framework Flutter e uma interface de programação de aplicações (API) em Java com Spring Boot, e foi avaliada por meio de 37 casos de teste funcionais, executados pelo autor em ambiente de desenvolvimento, sem a participação de profissionais da área farmacêutica. Todos os dez requisitos funcionais foram implementados, e 29 casos de teste foram aprovados. Os alertas de estoque baixo e de vencimento funcionaram nas situações-limite testadas, e o sistema impediu saídas acima do saldo disponível. Os testes também revelaram falhas no tratamento de dados inválidos e a ausência dos medicamentos já vencidos nos alertas. Conclui-se que o aplicativo é tecnicamente viável para apoiar a identificação antecipada dos itens que exigem atenção, mas sua adequação à rotina das farmácias e seu efeito sobre as perdas dependem de avaliação com farmacêuticos em estudos futuros.

Palavras-chave: Aplicativo móvel. Gestão de estoque. Medicamentos de alto custo.

ABSTRACT: This article aimed to develop MedControl, a mobile application to support inventory control and expiration date monitoring of high-cost medications. This is applied and descriptive research, which started from a literature review to define the system requirements. The solution combines an application developed with the Flutter framework and an application programming interface (API) in Java with Spring Boot, and it was evaluated through 37 functional test cases, executed by the author in a development environment, without the participation of pharmacy professionals. All ten functional requirements were implemented, and 29 test cases passed. The low-stock and expiration alerts worked in the boundary situations tested, and the system prevented withdrawals above the available balance. The tests also revealed failures in the handling of invalid data and the absence of already expired medications from the alerts. It is concluded that the application is technically feasible to support the early identification of items that require attention, but its suitability for the pharmacy routine and its effect on losses depend on evaluation with pharmacists in future studies.

[1] Graduando em Sistemas de Informação (Bacharelado). Universidade de Araraquara (UNIARA), Araraquara – SP, Brasil.
[2] Doutor em Educação Escolar pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Docente dos cursos de Sistemas de Informação e Engenharia de Computação e do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção. Orientador. Universidade de Araraquara (UNIARA), Araraquara – SP, Brasil.
[3] Doutora em Alimentos e Nutrição pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara da Universidade Estadual Paulista (FCFAr/UNESP). Docente do curso de Sistemas de Informação. Coorientadora. Universidade de Araraquara (UNIARA), Araraquara – SP, Brasil.

Keywords: Mobile application. Inventory management. High-cost medications.

RESUMEN: Este artículo tuvo como objetivo desarrollar MedControl, una aplicación móvil para apoyar el control de inventario y el seguimiento de las fechas de vencimiento de medicamentos de alto costo. Se trata de una investigación aplicada y descriptiva, que partió de una revisión bibliográfica para definir los requisitos del sistema. La solución reúne una aplicación desarrollada con el framework Flutter y una interfaz de programación de aplicaciones (API) en Java con Spring Boot, y fue evaluada mediante 37 casos de prueba funcionales, ejecutados por el autor en un entorno de desarrollo, sin la participación de profesionales del área farmacéutica. Los diez requisitos funcionales fueron implementados, y 29 casos de prueba fueron aprobados. Las alertas de inventario bajo y de vencimiento funcionaron en las situaciones límite probadas, y el sistema impidió salidas superiores al saldo disponible. Las pruebas también revelaron fallas en el tratamiento de datos inválidos y la ausencia de los medicamentos ya vencidos en las alertas. Se concluye que la aplicación es técnicamente viable para apoyar la identificación anticipada de los artículos que requieren atención, pero su adecuación a la rutina de las farmacias y su efecto sobre las pérdidas dependen de una evaluación con farmacéuticos en estudios futuros.

Palabras clave: Aplicación móvil. Gestión de inventario. Medicamentos de alto costo.

1 INTRODUÇÃO

Em um hospital público de Teresina (PI), 9.800 unidades de medicamentos venceram e foram descartadas entre junho de 2017 e agosto de 2018. Somados os custos de aquisição e de descarte, o prejuízo chegou a R$ 52.048,79, e mais da metade dessas unidades venceu ainda na central de abastecimento, sem ter sido entregue a nenhum paciente (SANTOS et al., 2022). Quando a perda envolve medicamentos de alto custo, o impacto é ainda maior, já que cada unidade pode custar milhares de reais.

Os medicamentos de alto custo são usados no tratamento de doenças crônicas e graves. No Sistema Único de Saúde (SUS), fazem parte principalmente do Componente Especializado da Assistência Farmacêutica, cuja finalidade é garantir que o tratamento medicamentoso em nível ambulatorial seja completo (BRASIL, 2017). Para isso, não basta adquirir o medicamento: é preciso saber quanto há em estoque e quando cada lote vence, para que ele seja usado dentro do prazo.

Esse acompanhamento ainda é feito, em muitos serviços, de forma manual. Em revisão sobre hospitais da região da Ásia-Pacífico, Yap et al. (2026) verificaram que o registro em papel era o método mais comum e que a falta de controle dos prazos contribuía para o vencimento dos estoques. Os sistemas de informação podem mudar esse quadro, pois coletam, processam e distribuem as informações de que a organização precisa para decidir e controlar suas atividades (LAUDON; LAUDON, 2014). No próprio SUS, a adoção de um sistema informatizado na assistência farmacêutica trouxe ganhos no controle e na gestão administrativa dos municípios (COSTA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2012). Vale lembrar, no entanto, que a tecnologia digital

apoia o trabalho das equipes, mas não substitui um serviço de saúde bem organizado (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

A pergunta que orienta este trabalho é: como um aplicativo móvel, conectado a uma interface de programação de aplicações (*Application Programming Interface* – API) de controle de estoque, pode ajudar o farmacêutico a acompanhar o estoque e os prazos de validade de medicamentos de alto custo?

Para responder a essa pergunta, foi desenvolvido o MedControl, um aplicativo que permite cadastrar medicamentos com lote, validade e preço, registrar entradas e saídas e consultar um relatório gerencial do estoque. Um dos recursos centrais são os alertas, que indicam os itens com estoque baixo e os que vencem nos próximos 30 dias. A escolha se apoia em resultados como os de Oblizajek et al. (2024), que reduziram as perdas de um hospital universitário ao identificar os medicamentos próximos do vencimento e transferi-los para setores de maior consumo. As telas foram construídas com o Flutter, e as regras do sistema, como a atualização do saldo e o bloqueio de saídas acima do estoque, ficam em uma API desenvolvida em Java com Spring Boot.

Espera-se que o registro digital das movimentações, junto aos alertas automáticos e ao painel de acompanhamento, dê ao farmacêutico uma visão atualizada do estoque e permita agir antes que os medicamentos percam a validade. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento do MedControl e os resultados de sua avaliação por meio de testes funcionais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção reúne os estudos e as normas que fundamentam o desenvolvimento do MedControl. Primeiro, são apresentados o conceito de medicamento de alto custo e a forma como esses medicamentos são organizados no SUS, além do problema das perdas por vencimento. Em seguida, discute-se o papel dos sistemas de informação no controle de estoque. Por fim, são descritas as tecnologias adotadas no projeto e os estudos sobre ferramentas digitais aplicadas à gestão de medicamentos.

2.1 Gestão de medicamentos de alto custo

A assistência farmacêutica no Brasil tem como base a Política Nacional de Assistência Farmacêutica, que a define como um conjunto de ações voltadas à promoção, proteção e recuperação da saúde, tendo o medicamento como insumo essencial e buscando garantir seu

acesso e uso racional (BRASIL, 2004). O Conselho Nacional de Secretários de Saúde (CONASS, 2011) descreve essas ações como um ciclo, formado pelas etapas de seleção, programação, aquisição, armazenamento, distribuição e dispensação, que dependem umas das outras. O controle de estoque e de validade, foco deste trabalho, concentra-se nas etapas de armazenamento e distribuição.

Dentro desse ciclo, os medicamentos de alto custo recebem tratamento próprio. Caetano et al. (2025), em revisão sobre o tema, observam que não existe uma definição única para o termo, e que apenas 19,1% dos artigos analisados apresentavam uma definição explícita. Os sentidos mais frequentes associam o alto custo ao preço unitário elevado do medicamento ou ao valor total do tratamento, que se torna alto pela cronicidade da doença. Os autores apontam ainda, entre os critérios usados na literatura, o pertencimento ao Componente Especializado da Assistência Farmacêutica (CEAF).

O CEAF é regulamentado pela Portaria de Consolidação nº 2, de 2017, e tem como objetivo garantir a integralidade do tratamento medicamentoso em nível ambulatorial, para doenças cujas linhas de cuidado são definidas em Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas publicados pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). Os medicamentos do componente são divididos em grupos conforme a responsabilidade pelo financiamento, que pode ser do Ministério da Saúde, dos estados ou dos municípios. Neste trabalho, o termo medicamento de alto custo refere-se a esses medicamentos, cujo valor unitário elevado faz com que cada unidade perdida represente prejuízo relevante para o serviço.

Quanto ao armazenamento, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) estabelece, pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 430, de 2020, as Boas Práticas de Distribuição, Armazenagem e de Transporte de Medicamentos, com o objetivo de preservar a qualidade dos produtos ao longo da cadeia de abastecimento (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2020). A norma é dirigida às empresas que distribuem, armazenam ou transportam medicamentos, mas seus princípios servem de referência para o controle de lotes e prazos de validade em serviços que mantêm estoque.

O vencimento é uma das principais causas de perda nesses estoques. Santos et al. (2022) analisaram os medicamentos descartados por um hospital público de Teresina (PI) entre junho de 2017 e agosto de 2018 e identificaram 9.800 unidades vencidas, com custo de aquisição de R$ 50.108,56. Somado o custo do descarte, o prejuízo chegou a R$ 52.048,79. Mais da metade dessas

unidades (56,31%) venceu ainda na Central de Abastecimento Farmacêutico, antes de chegar à dispensação.

Yap et al. (2026), em revisão sistemática de 72 estudos realizados em hospitais da região da Ásia-Pacífico, encontraram situação semelhante. Os autores identificaram que o controle manual, em papel, ainda era o método mais comum e que a falta de rotação adequada do estoque contribuía para o vencimento dos medicamentos. Em alguns serviços, a saída dos produtos seguia a ordem de entrada (*First In, First Out* – FIFO), quando o mais adequado seria priorizar os que vencem primeiro (*First Expired, First Out* – FEFO). Nos dois estudos, parte das perdas está ligada à falta de acompanhamento dos prazos de validade, problema que um sistema de alertas pode reduzir.

2.2 Tecnologias da informação aplicadas à saúde

Laudon e Laudon (2014) definem sistema de informação como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem informações para apoiar a tomada de decisão, a coordenação e o controle de uma organização. No controle de estoque, essa definição se aplica de forma direta: o sistema registra entradas e saídas, calcula o saldo de cada item e informa ao responsável quando é preciso agir.

No SUS, um exemplo dessa aplicação é o Hórus, Sistema Nacional de Gestão da Assistência Farmacêutica, implantado pelo Ministério da Saúde em 2009. Costa e Nascimento Júnior (2012) avaliaram o sistema por meio de questionários respondidos por gestores e profissionais de 1.247 municípios de 16 estados. Os participantes relataram melhorias no controle de qualidade, na dispensação, na capacitação das equipes e na gestão administrativa. A principal limitação apontada foi a falta de integração do Hórus a uma política nacional de informação em saúde, ainda em construção no país.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) também reconhece o potencial das intervenções digitais. Em diretriz sobre o tema, a OMS reúne recomendações sobre o uso de tecnologias digitais para fortalecer os sistemas de saúde, mas alerta que essas intervenções não substituem um sistema de saúde em funcionamento (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). Ou seja, a tecnologia apoia o trabalho da equipe, mas não resolve sozinha problemas de organização, financiamento ou pessoal. Yap et al. (2026) chegaram a uma conclusão parecida: os sistemas eletrônicos produziram registros mais confiáveis do que o controle em papel, mas dependiam de treinamento e de infraestrutura adequada para funcionar.

2.3 Ferramentas de desenvolvimento mobile

O MedControl foi desenvolvido com o Flutter, *framework* criado pelo Google que permite gerar aplicativos para Android e iOS a partir de um único código-fonte (GOOGLE, 2026). Segundo a documentação oficial, o Flutter desenha a própria interface em vez de depender dos componentes nativos de cada sistema operacional, o que mantém a mesma aparência do aplicativo nas diferentes plataformas. A linguagem utilizada é o Dart, também desenvolvida pelo Google, orientada a objetos e com tipagem estática. Payne (2019) descreve o processo de desenvolvimento com o *framework*, desde a construção das telas até a comunicação com serviços externos.

Os dados do aplicativo são gerenciados por uma API desenvolvida em Java com o *framework* Spring Boot, que facilita a criação de aplicações independentes, com servidor embutido e configuração automática das dependências (SPRING, 2026). A comunicação entre o aplicativo e a API segue o estilo arquitetural *Representational State Transfer* (REST), proposto por Fielding (2000). Nesse estilo, cada recurso do sistema, como um medicamento ou uma movimentação de estoque, é identificado por um endereço próprio e manipulado por operações padronizadas do protocolo *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Por seguir uma interface padronizada, a mesma API pode ser utilizada no futuro por outros clientes, como uma versão *web* do sistema.

2.4 Ferramentas digitais para gestão de medicamentos

Agarwal et al. (2020), em revisão sistemática da Cochrane, analisaram o uso de dispositivos móveis para acompanhar o estoque de insumos de saúde e notificar os níveis de estoque aos responsáveis. Os autores concluíram que a certeza das evidências sobre o efeito dessas ferramentas na disponibilidade de medicamentos ainda é muito baixa, o que indica que esse efeito precisa ser medido em estudos mais rigorosos.

Oblizajek et al. (2024) mostraram que o acompanhamento dos prazos de validade pode reduzir as perdas. Em um hospital universitário de 850 leitos nos Estados Unidos, os autores implantaram um processo padronizado para identificar os medicamentos próximos do vencimento e transferi-los para setores com maior consumo, onde seriam utilizados antes de vencer. A estimativa anual mostrou redução de 13,6% na quantidade de itens vencidos e de 19,7% no custo dessas perdas.

Com base nesses estudos, as funcionalidades do MedControl foram definidas para responder às causas de perda apontadas na literatura. O cadastro registra o lote e a data de validade de cada medicamento. O alerta de vencimento identifica os itens que vencem nos próximos 30 dias, para que possam ser remanejados ou utilizados a tempo. O alerta de estoque baixo avisa quando a quantidade de um item fica igual ou abaixo do mínimo definido no cadastro.

3 MÉTODOS

A pesquisa é de natureza aplicada, por buscar uma solução prática para um problema real, e descritiva quanto aos objetivos, por apresentar as características do problema e da solução (GIL, 2017). O trabalho começou com um levantamento bibliográfico sobre gestão de medicamentos de alto custo, perdas por vencimento, tecnologias da informação na saúde e desenvolvimento *mobile*, incluindo normas da Anvisa e do Ministério da Saúde. Com base nesse levantamento, foram definidos os requisitos do sistema. Depois do desenvolvimento, o aplicativo passou por testes funcionais em ambiente de desenvolvimento, que verificaram o cadastro e a consulta de medicamentos, o registro de movimentações, os alertas e o relatório.

A avaliação adotada tem alcance limitado e corresponde apenas à verificação do *software*, isto é, à confirmação de que o sistema executa as funções previstas nos requisitos (PRESSMAN; MAXIM, 2021). Os casos de teste foram elaborados e executados pelo próprio autor, com dados de exemplo e sem a participação de farmacêuticos ou de outros profissionais da assistência farmacêutica. Os requisitos também foram definidos a partir da literatura, e não de entrevistas com esses profissionais ou da observação da rotina de um serviço. Por isso, este trabalho não avalia a usabilidade do aplicativo, sua adequação ao fluxo de trabalho de uma farmácia nem seu efeito sobre as perdas por vencimento, aspectos que dependem de testes com os usuários finais e que são indicados como trabalhos futuros.

Como o estudo não envolveu a participação de seres humanos nem a coleta de dados de pacientes ou de serviços de saúde, utilizando apenas dados fictícios criados para os testes, não houve submissão a comitê de ética em pesquisa.

3.1 Requisitos do sistema

Os requisitos foram organizados em requisitos funcionais, que descrevem o que o sistema deve fazer, e não funcionais, que descrevem características e restrições da solução

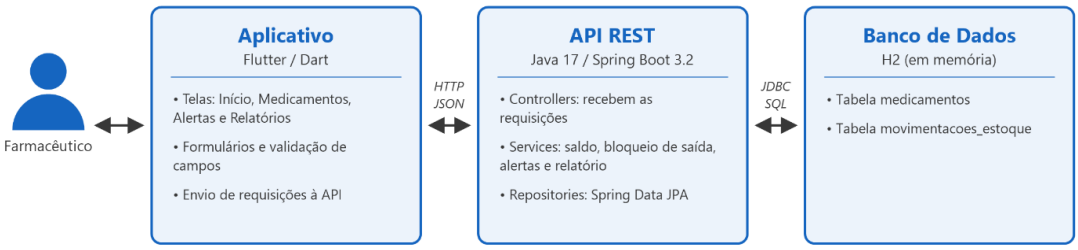
(PRESSMAN; MAXIM, 2021). Foram definidos dez requisitos funcionais (RF): cadastrar medicamento com nome, princípio ativo, fabricante, lote, categoria, código Anvisa, quantidade em estoque, quantidade mínima, data de validade e preço unitário (RF01); editar e excluir medicamentos, com confirmação antes da exclusão (RF02); listar os medicamentos e buscá-los pelo nome (RF03); registrar entradas e saídas de estoque, com quantidade, responsável e observação (RF04); impedir saída com quantidade maior que o estoque disponível (RF05); alertar os medicamentos com estoque igual ou abaixo da quantidade mínima (RF06); alertar os medicamentos com vencimento nos próximos 30 dias (RF07); exibir painel com o resumo do estoque e as últimas movimentações (RF08); exibir relatório com totais de movimentações e valor total dispensado (RF09); e exibir o histórico de movimentações de cada medicamento (RF10).

Os requisitos RF01 e RF07 respondem diretamente ao problema estudado. O registro do lote e da validade segue as boas práticas de armazenagem (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2020), e o alerta de vencimento permite que o medicamento seja utilizado ou remanejado antes de perder a validade, estratégia que reduziu as perdas no estudo de Oblizajek et al. (2024). Como requisitos não funcionais (RNF), definiu-se que o aplicativo seria desenvolvido com um *framework* multiplataforma, capaz de gerar versões para diferentes sistemas a partir do mesmo código-fonte (RNF01); que a comunicação entre aplicativo e servidor seguiria o estilo REST, com dados no formato *JavaScript Object Notation* (JSON) (RNF02); que a interface estaria em português e ofereceria acesso às funções principais por uma barra de navegação (RNF03); e que o formulário de cadastro indicaria os campos obrigatórios não preenchidos antes do envio (RNF04).

3.2 Arquitetura do sistema

O MedControl foi desenvolvido como um sistema formado por três componentes: o aplicativo, a API e o banco de dados. Essa divisão separa a interface com o usuário das regras de negócio e do armazenamento das informações (Figura 1).

Figura 1 – Arquitetura do sistema MedControl



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

O aplicativo foi construído com o Flutter e a linguagem Dart, utilizando os componentes visuais do Material Design 3. Ele é responsável pelas telas, pela validação dos formulários e pelo envio das solicitações ao servidor. A API foi desenvolvida em Java 17 com o Spring Boot 3.2 e concentra as regras do sistema, como a atualização do saldo após cada movimentação, o bloqueio de saídas acima do estoque e o cálculo dos alertas e do relatório. O acesso ao banco é feito pelo Spring Data Java Persistence API (JPA), que converte as classes Java em tabelas.

A comunicação entre o aplicativo e a API segue o estilo REST (FIELDING, 2000). Cada operação corresponde a um endereço e a um método do protocolo HTTP, e os dados trafegam no formato JSON. A API disponibiliza dez endereços, agrupados sob os recursos /api/medicamentos e /api/movimentacoes, que permitem listar, buscar, cadastrar, atualizar e excluir medicamentos, consultar os alertas de estoque baixo e de validade, listar e registrar movimentações, consultar o histórico de cada medicamento e gerar o relatório geral.

Durante o desenvolvimento e os testes, os dados foram armazenados no banco de dados H2, que funciona em memória e é recriado a cada inicialização da API. Como as regras ficam na API e o acesso ao banco é feito pelo JPA, a substituição do H2 por um banco de dados definitivo, como o PostgreSQL, não exige mudanças no aplicativo nem nas regras de negócio, mas apenas a inclusão do *driver* do banco escolhido e a alteração das configurações de conexão da API. A separação dos componentes também permite que a mesma API seja utilizada futuramente por outros clientes, como uma versão *web* do sistema.

3.3 Modelo de dados e regras de negócio

O sistema trabalha com duas entidades principais. A entidade Medicamento armazena os dados de identificação (nome, princípio ativo, fabricante, lote, categoria e código Anvisa), de estoque (quantidade atual e quantidade mínima), a data de validade e o preço unitário. A

entidade Movimentação registra cada entrada ou saída, com o medicamento relacionado, o tipo, a quantidade, o responsável, uma observação opcional e a data e a hora, preenchidas automaticamente pelo sistema.

A cada movimentação, a API atualiza o saldo do medicamento: a entrada soma a quantidade ao estoque, e a saída a subtrai. Antes de registrar uma saída, o sistema verifica se há quantidade suficiente e, caso não haja, recusa a operação e informa o saldo disponível.

Os alertas são calculados pela API a cada consulta. Um medicamento entra no alerta de estoque baixo quando sua quantidade atual é igual ou menor que a quantidade mínima informada no cadastro. Entra no alerta de vencimento quando sua data de validade está entre o dia atual e os 30 dias seguintes. No relatório, o valor total dispensado é obtido pela soma das quantidades de cada saída multiplicadas pelo preço unitário do medicamento.

3.4 Procedimento de avaliação

A avaliação do MedControl foi realizada por meio de testes funcionais, que verificam se o sistema executa corretamente as funções previstas nos requisitos (PRESSMAN; MAXIM, 2021). Os testes foram conduzidos em ambiente de desenvolvimento, com a API executada localmente em Java 17 e Spring Boot, o banco de dados H2 em memória, carregado com quatro medicamentos de exemplo, e o aplicativo Flutter executado em navegador, em uma janela com dimensões de tela de celular (375 × 812 pixels).

Foram elaborados 37 casos de teste (CT), organizados em dois grupos. O primeiro, com 26 casos, foi aplicado diretamente sobre a API, por meio de requisições aos endereços descritos anteriormente. O segundo, com 11 casos, foi aplicado sobre as telas do aplicativo, simulando o uso pelo farmacêutico. Além das situações de uso normal, foram incluídos casos com dados inválidos e situações-limite, como medicamentos que vencem exatamente em 30 dias, estoque igual ao mínimo e saídas maiores que o saldo disponível. Para cada caso, registrou-se o resultado esperado, o resultado obtido e a situação final (aprovado ou reprovado).

4 RESULTADOS

4.1 Telas do aplicativo

O MedControl foi organizado em quatro áreas, acessadas por uma barra de navegação inferior: Início, Medicamentos, Alertas e Relatórios. A tela Início apresenta o estado geral do estoque, com o nome do sistema, uma saudação, a data atual e quatro cartões com o total de

medicamentos cadastrados, o total de movimentações, a quantidade de itens com estoque baixo e a quantidade de itens com vencimento próximo. A tela também exibe a seção Alertas Urgentes, que lista os medicamentos com estoque baixo e com vencimento próximo, e a seção Últimas Movimentações, com as entradas e saídas mais recentes (Figura 2a).

A tela Medicamentos lista os medicamentos cadastrados com nome, princípio ativo, quantidade em estoque, data de validade, categoria, preço unitário e lote, e sinaliza os itens com quantidade igual ou abaixo do mínimo com a indicação "Estoque abaixo do mínimo". Um campo de busca filtra a lista pelo nome à medida que o usuário digita (Figura 2b). O botão Novo Medicamento abre o formulário de cadastro, organizado nas seções Identificação, Estoque e Validade e Preço. Ao tentar salvar com campos obrigatórios vazios, o sistema destaca esses campos com a mensagem "Campo obrigatório"; a data de validade é escolhida em um calendário que não aceita datas anteriores ao dia atual, e o preço pode ser digitado com vírgula (Figura 2c). Pelo menu de cada item, o usuário pode editar ou excluir o medicamento, e a exclusão só é realizada depois de confirmada em uma janela de aviso.

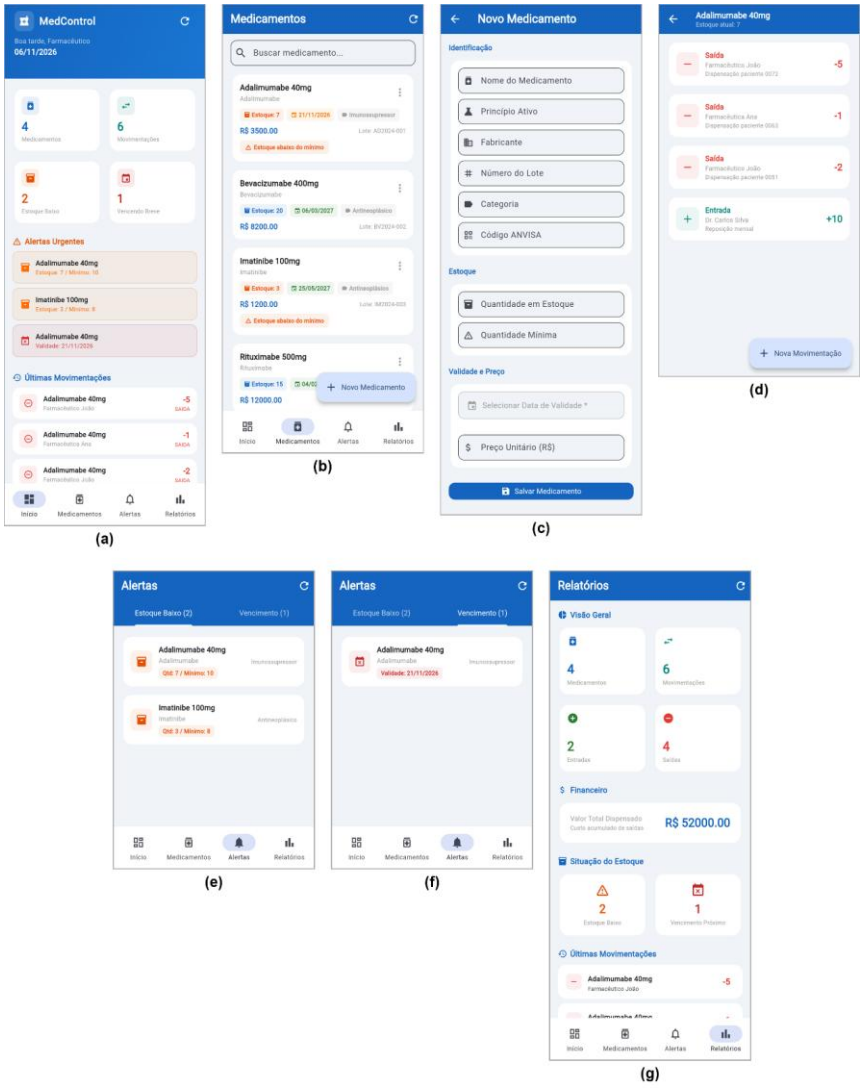
Ao tocar em um medicamento da lista, o usuário acessa a tela de movimentação, que mostra o estoque atual e o histórico de entradas e saídas daquele item. O botão Nova Movimentação abre uma janela em que o usuário escolhe entre Entrada e Saída e informa a quantidade, o responsável e, se desejar, uma observação. Quando a saída solicitada é maior que o estoque disponível, a operação é recusada e o aplicativo exibe o saldo atual do medicamento; no histórico, as entradas aparecem com o sinal de soma e as saídas com o sinal de subtração (Figura 2d).

A tela Alertas reúne os medicamentos que precisam de atenção em duas abas, cujo título mostra a quantidade de itens encontrados. A aba Estoque Baixo lista os medicamentos com quantidade igual ou abaixo do mínimo, com a quantidade atual e o mínimo cadastrado (Figura 2e), e a aba Vencimento lista os medicamentos com validade nos próximos 30 dias, com a data de vencimento de cada um (Figura 2f). Quando não há itens em uma das abas, o sistema exibe uma mensagem indicando que não existem ocorrências.

A tela Relatórios apresenta uma visão gerencial do estoque, calculada pela API a partir dos dados cadastrados, em quatro seções: Visão Geral, com o total de medicamentos, de movimentações, de entradas e de saídas; Financeiro, com o valor total dispensado, que corresponde ao custo acumulado das saídas; Situação do Estoque, com as quantidades de itens

com estoque baixo e com vencimento próximo; e Últimas Movimentações, com as operações mais recentes (Figura 2g).

Figura 2 – Principais telas do aplicativo MedControl: (a) Início; (b) Medicamentos; (c) cadastro de medicamento; (d) movimentação de estoque; (e) Alertas, aba Estoque Baixo; (f) Alertas, aba Vencimento; (g) Relatórios



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

4.2 Resultados dos testes funcionais

Dos 37 casos de teste, 29 foram aprovados e 8 foram reprovados, o que corresponde a 78,4% de aprovação. Os resultados foram agrupados pelos requisitos funcionais definidos na seção de métodos (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados dos testes funcionais do MedControl por requisito funcional, n=37

Requisito	Casos de teste	Aprovados	Reprovados
RF01 – Cadastrar medicamento	6	4	2
RF02 – Editar e excluir	3	2	1
RF03 – Listar e buscar	5	4	1
RF04 – Registrar movimentações	6	4	2
RF05 – Impedir saída acima do estoque	2	2	0
RF06 – Alerta de estoque baixo	3	3	0
RF07 – Alerta de vencimento	7	6	1
RF08 – Painel de resumo	1	1	0
RF09 – Relatório gerencial	2	2	0
RF10 – Histórico de movimentações	2	1	1
Total	37	29	8

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Todos os requisitos funcionais foram implementados, e as funções centrais do sistema se comportaram como esperado. A busca encontrou medicamentos por parte do nome, sem diferenciar letras maiúsculas e minúsculas. Nas operações válidas, as entradas e saídas atualizaram corretamente o saldo, e a saída de 999 unidades, com estoque de 20, foi recusada com a mensagem "Estoque insuficiente: disponível 20", sem alteração do estoque.

Os alertas, principal recurso do aplicativo, funcionaram corretamente nos casos de limite de estoque e de prazo. O alerta de estoque baixo incluiu o medicamento com quantidade igual ao mínimo (10 de 10 unidades). O alerta de vencimento incluiu os medicamentos com validade no próprio dia e em exatamente 30 dias e excluiu o medicamento com validade em 31 dias. A exceção foi o medicamento com validade já expirada, que não apareceu em nenhum alerta do aplicativo, falha apresentada a seguir. Os totais do painel e do relatório coincidiram com os dados cadastrados, inclusive o valor total dispensado, conferido pela soma das saídas multiplicadas pelo preço unitário de cada medicamento.

Nas telas, o formulário de cadastro destacou os campos obrigatórios não preenchidos, e um cadastro completo, com preço digitado com vírgula ("4200,50"), foi gravado corretamente pela API.

4.3 Falhas encontradas

Os testes também revelaram oito falhas, a maior parte relacionada ao tratamento de dados inválidos, e não à ausência de funções (Quadro 1).

Quadro 1 – Falhas encontradas nos testes funcionais do MedControl

Caso	Situação testada	Resultado obtido
CT05	Cadastro com nome em branco	Recusado, mas com erro interno (código 500) em vez de mensagem clara
CT06	Cadastro com estoque negativo	Recusado, mas com erro interno (código 500)
CT08	Consulta de medicamento inexistente	Erro interno (500) em vez de "não encontrado" (404)
CT19	Movimentação com tipo inválido	Aceita e registrada no histórico, sem alterar o estoque
CT24	Exclusão de medicamento com movimentações	Recusada, mas com erro interno (500) e sem mensagem ao usuário
CT26	Saída com quantidade negativa (–5)	Recusada, mas o estoque aumentou 5 unidades sem registro de movimentação
CT30	Medicamento já vencido	Não aparece em nenhum alerta do aplicativo
CT36	Estoque exibido após uma saída	O cabeçalho da tela manteve o valor anterior até o usuário voltar à lista

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Duas falhas afetam diretamente o objetivo do sistema. Na falha CT26, a operação foi recusada, mas o saldo do medicamento já havia sido alterado, o que gerou uma diferença no estoque sem registro correspondente. Na falha CT30, o medicamento vencido deixou de aparecer nos alertas, pois o alerta considera apenas os itens que vencem nos próximos 30 dias. A API já possui um endereço que lista os medicamentos vencidos, mas ele não é utilizado pelo aplicativo.

5 DISCUSSÃO

Os testes realizados neste trabalho correspondem à etapa de verificação do *software*, que avalia se o sistema foi construído corretamente, de acordo com os requisitos definidos. Essa etapa se diferencia da validação, que avalia se o sistema atende às necessidades reais de seus usuários (PRESSMAN; MAXIM, 2021). Assim, os resultados apresentados permitem afirmar que o MedControl executa as funções previstas, mas não sua adequação à rotina de um serviço de assistência farmacêutica, o que depende de avaliação com os profissionais da área.

Dentro desse escopo, nas operações válidas, o registro de lote e validade, a atualização do saldo e o bloqueio de saídas acima do estoque funcionaram corretamente. Os alertas de estoque baixo e de vencimento também se comportaram como esperado nas situações-limite testadas, com exceção dos medicamentos já vencidos. Esses recursos respondem às causas de perda apontadas na literatura, como a falta de acompanhamento dos prazos de validade (YAP et al., 2026) e a importância de identificar com antecedência os medicamentos próximos do vencimento (OBLIZAJEK et al., 2024).

As falhas encontradas mostram, por outro lado, que a API ainda precisa de melhorias. A maior parte delas está no tratamento de dados inválidos, que deveriam ser recusados com mensagens claras ao usuário, em vez de erros internos. A falha mais grave, porém, envolve a consistência do estoque: ao recusar uma saída com quantidade negativa, o sistema já havia alterado o saldo do medicamento. Em um sistema de controle de medicamentos de alto custo, esse tipo de divergência é justamente o que se busca evitar, o que mostra a necessidade de validar todos os dados antes de qualquer alteração. Os testes também indicaram a necessidade de incluir os medicamentos já vencidos entre os alertas do aplicativo.

Os resultados devem ser interpretados considerando as limitações da avaliação. Os testes foram conduzidos pelo próprio autor, em ambiente de desenvolvimento e com dados de exemplo, sem aplicação em uma farmácia ou hospital. O aplicativo foi executado em navegador, com dimensões de tela de celular, e não em dispositivos Android ou iOS. O banco de dados H2 foi utilizado em memória apenas para os testes, o que permitiu iniciar cada execução com os mesmos dados. Nessa configuração, porém, as informações não são mantidas após o encerramento da API, e a persistência dos dados não foi avaliada. Por esses motivos, o efeito do aplicativo sobre as perdas por vencimento em um serviço real não pode ser afirmado a partir destes resultados e deve ser avaliado em estudos futuros.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver o MedControl, um aplicativo móvel para o controle de estoque e de validade de medicamentos de alto custo, formado por telas construídas com o Flutter e por uma API em Java com Spring Boot. O objetivo foi alcançado: a solução foi projetada a partir de requisitos baseados na literatura, implementada, integrada e submetida a testes funcionais.

Em resposta à pergunta que orientou o trabalho, os resultados indicam que, do ponto de vista técnico, um aplicativo móvel conectado a uma API pode apoiar o farmacêutico no acompanhamento do estoque e dos prazos de validade ao reunir, em um só lugar, o registro das movimentações, o saldo atualizado de cada medicamento e alertas automáticos. Nos testes, todos os dez requisitos funcionais foram implementados, e 29 dos 37 casos de teste foram aprovados. Os alertas de estoque baixo e de vencimento funcionaram nas situações-limite avaliadas, como o estoque igual ao mínimo e a validade em exatamente 30 dias, e o sistema impediu saídas maiores que o saldo disponível. Esses resultados são compatíveis com a hipótese

de que o registro digital, associado a alertas, oferece informação organizada para que o farmacêutico aja antes do vencimento dos medicamentos, embora essa hipótese ainda precise ser confirmada com o uso do sistema por esses profissionais.

Em comparação com o controle manual, em papel, ainda comum segundo a literatura consultada, a principal vantagem do MedControl é tornar visíveis, de forma automática, os itens que exigem atenção, sem depender de conferências periódicas das datas de validade. A organização do sistema em aplicativo, API e banco de dados também permite que as regras de controle sejam reaproveitadas por outros clientes e que o banco seja substituído sem alterações nas telas.

Como desvantagens, os testes revelaram oito falhas, concentradas no tratamento de dados inválidos. A mais relevante permitiu que uma saída com quantidade negativa alterasse o saldo de um medicamento mesmo tendo sido recusada, e outra fez com que os medicamentos já vencidos deixassem de aparecer nos alertas.

A principal limitação deste trabalho, contudo, está na forma de avaliação. Os testes verificaram se o sistema funciona de acordo com os requisitos, mas foram conduzidos pelo próprio autor, em ambiente de desenvolvimento, com dados de exemplo e com o aplicativo executado em navegador. Nenhum farmacêutico ou outro profissional da assistência farmacêutica utilizou o aplicativo, e os requisitos foram definidos a partir da literatura, sem consulta a esses profissionais. Assim, não é possível afirmar que o MedControl seja fácil de usar na rotina de uma farmácia, que os dados solicitados no cadastro correspondam aos registrados na prática, que o prazo de 30 dias seja suficiente para utilizar ou remanejar os medicamentos, nem que o aplicativo reduza as perdas por vencimento. Os resultados mostram que a solução é tecnicamente viável, mas sua adequação ao uso real só pode ser confirmada com a participação dos usuários finais.

Corrigidas essas falhas e confirmada sua adequação em avaliação com profissionais da área, o aplicativo poderá ser utilizado como apoio ao controle de estoque em farmácias de serviços de saúde, especialmente nas que ainda realizam esse controle em papel ou em planilhas, auxiliando a identificação antecipada dos medicamentos que precisam ser utilizados ou remanejados antes do vencimento.

Como recomendações para trabalhos futuros, indicam-se: a correção das falhas encontradas, com a validação de todos os dados antes de qualquer alteração no estoque e a inclusão dos medicamentos vencidos nos alertas; a substituição do banco de dados em memória

por um banco permanente; a geração e a avaliação das versões para Android e iOS em dispositivos reais; a inclusão de autenticação de usuários; e a sugestão do lote a ser utilizado primeiro, de acordo com a data de validade. Por fim, e como etapa prioritária, recomenda-se a validação do aplicativo com farmacêuticos, por meio de testes de usabilidade em que esses profissionais executem tarefas da rotina, como cadastrar um medicamento, registrar uma saída e consultar os alertas, e avaliem a clareza das telas e a utilidade das informações apresentadas. Em seguida, recomenda-se a aplicação do sistema em um serviço de assistência farmacêutica por um período determinado, comparando a quantidade e o custo dos medicamentos vencidos antes e depois de sua adoção, para medir seu efeito sobre as perdas.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, S. et al. Tracking health commodity inventory and notifying stock levels via mobile devices: a mixed methods systematic review. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 10, CD012907, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 430, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre as Boas Práticas de Distribuição, Armazenagem e de Transporte de Medicamentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 195, 9 out. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 338, de 6 de maio de 2004. Aprova a Política Nacional de Assistência Farmacêutica. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 20 maio 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 2, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as políticas nacionais de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**: seção 1, suplemento, Brasília, DF, 3 out. 2017.

CAETANO, R. et al. Medicamentos de alto custo: definições presentes na produção científica e acadêmica brasileira sobre judicialização em saúde. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 144, 2025.

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE (Brasil). **Assistência Farmacêutica no SUS**. Brasília: CONASS, 2011. 186 p. (Coleção Para Entender a Gestão do SUS 2011, v. 7).

COSTA, K. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. M. HÓRUS: inovação tecnológica na assistência farmacêutica no Sistema Único de Saúde. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 46, supl. 1, p. 91-99, 2012.

FIELDING, R. T. **Architectural styles and the design of network-based software architectures**. 2000. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – University of California, Irvine, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOOGLE. **Flutter documentation**. 2026. Disponível em: https://docs.flutter.dev/. Acesso em: 14 abr. 2026.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

OBLIZAJEK, N. J. et al. Implementation and evaluation of standardized drug expiration processes across non-automated areas. **Hospital Pharmacy**, v. 59, n. 3, p. 324-328, 2024.

PAYNE, R. **Beginning app development with Flutter**: create cross-platform mobile apps. Berkeley: Apress, 2019.

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

SANTOS, M. C. M. et al. Análise econômica dos gastos com medicamentos descartados por hospital público de Teresina, PI, Brasil. **Infarma – Ciências Farmacêuticas**, v. 34, n. 2, p. 171-180, 2022.

SPRING. **Spring Boot reference documentation**. 2026. Disponível em: https://docs.spring.io/spring-boot/. Acesso em: 19 set. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guideline**: recommendations on digital interventions for health system strengthening. Geneva: WHO, 2019.

YAP, W. S. et al. Pharmacy inventory management practices and constraints in Asia-Pacific hospitals: a systematic review and qualitative synthesis. **Journal of Pharmaceutical Policy and Practice**, v. 19, n. 1, 2701922, 2026.