

**MINHADOSE:** aplicativo para calcular dose de insulina com apoio de inteligência artificial

Leandro Lopes Heleno  
Graduando em Engenharia de Software – Uni-FACEF  
[leandro\\_heleno@yahoo.com.br](mailto:leandro_heleno@yahoo.com.br)

Claudio Eduardo Paiva  
Mestre em Ciência da computação – UFSCar  
[claudioeduardopaiva@gmail.com](mailto:claudioeduardopaiva@gmail.com)

**Resumo**

O *Diabetes Mellitus* tipo 1 (DM1) exige do paciente um acompanhamento constante da glicemia, contagem de carboidratos e cálculo de doses de insulina, tarefas complexas que frequentemente resultam em erros e dificuldades no tratamento. Este trabalho teve como objetivo propor e desenvolver o *MinhaDose*, um aplicativo móvel no formato *Progressive Web App* (PWA) destinado a apoiar o autogerenciamento do diabetes Mellitus (DM). O aplicativo permite registrar informações do paciente, integrar-se ao serviço *Nightscout* para obtenção automática de glicemias, e utilizar recursos de inteligência artificial para análise de refeições descritas por texto ou foto, fornecendo recomendações de dose personalizadas para diferentes tipos de insulina. Além disso, oferece histórico detalhado de refeições, filtros de visualização e exportação de dados em formato eletrônico, possibilitando acompanhamento contínuo e organizado do tratamento. Os resultados obtidos demonstram que a solução é capaz de auxiliar o paciente a tomar decisões mais seguras e rápidas no controle glicêmico, contribuindo para a melhoria da adesão ao tratamento. Embora não substitua o acompanhamento médico, o *MinhaDose* apresenta potencial de impacto positivo na qualidade de vida de pessoas com DM1.

**Palavras-chave:** *diabetes mellitus* tipo 1. dm1. dm. contagem de carboidratos. aplicativo móvel. Inteligência artificial. autogerenciamento.

**Abstract**

*Type 1 Diabetes Mellitus (DM1) requires patients to continuously monitor blood glucose levels, count carbohydrates, and calculate insulin doses, tasks that are complex and often prone to errors and difficulties in treatment. This study aimed to propose and develop *MinhaDose*, a mobile application in the form of a Progressive Web App (PWA) designed to support Diabetes Mellitus (DM) self-management. The system allows patients to register personal information, integrate with the *Nightscout* service for automatic glucose retrieval, and leverage artificial intelligence to analyze meals described by text or photo, providing personalized dose recommendations for different types of insulin. In addition, it offers a detailed meal history, filtering options, and data export in electronic format, enabling continuous and organized treatment monitoring. The results demonstrate that the solution can assist patients in making safer and faster decisions in glycemic control, contributing to improved treatment adherence. Although it does not replace medical supervision, *MinhaDose* shows potential for a positive impact on the quality of life of people with DM1.*

**Keywords:** *type 1 diabetes mellitus. dm1. dm. carbohydrate counting. mobile application. artificial intelligence. self-management.*

## 1 Introdução

O DM1 é uma condição crônica caracterizada pela deficiência total na produção de insulina pelo pâncreas, exigindo do paciente disciplina no monitoramento glicêmico e na administração exógena do hormônio. O controle adequado é essencial para prevenir complicações agudas, como hipoglicemias e hiperglicemias, e crônicas, como nefropatia, retinopatia e doenças cardiovasculares. Nesse contexto, o autogerenciamento diário é um desafio constante, especialmente no que se refere à alimentação e ao cálculo das doses de insulina.

Entre as estratégias mais difundidas encontra-se a contagem de carboidratos, que permite estimar a quantidade de insulina necessária a partir do consumo alimentar. No entanto, esse processo não se restringe apenas à soma dos carboidratos ingeridos: é preciso considerar variáveis adicionais, como a glicemia atual, o alvo glicêmico, a sensibilidade individual à insulina (ISF) e o impacto tardio de proteínas e gorduras. Assim, uma simples refeição pode demandar cálculos múltiplos, tornando a rotina do paciente complexa e, muitas vezes, desmotivadora.

Em experiências práticas, ao tentar ensinar outros pacientes diabéticos a realizar corretamente esses cálculos, observou-se que a maioria desiste devido ao tempo envolvido e à dificuldade de aplicação na vida real. Além disso, os aplicativos disponíveis no mercado em geral se limitam ao cálculo de carboidratos, não contemplando uma estimativa completa da dose de insulina considerando todos os parâmetros clínicos necessários.

Essa limitação representa uma lacuna relevante, sobretudo diante da crescente incidência de diabetes no Brasil e no mundo. Segundo estimativas da Federação Internacional de Diabetes (IDF, 2021), milhões de pessoas vivem com o tipo 1 e enfrentam barreiras no autogerenciamento, o que reforça a necessidade de soluções tecnológicas inovadoras para apoiar esse público. Nesse cenário, o uso de aplicativos móveis desponta como ferramenta acessível, prática e de grande impacto social, especialmente quando associado a recursos de inteligência artificial e integração com sistemas de monitoramento contínuo de glicose.

Dante desse contexto, este trabalho tem o objetivo de propor e desenvolver o MinhaDose, um aplicativo móvel desenvolvido para apoiar pessoas com diabetes tipo 1 no processo de autogerenciamento. O aplicativo foi projetado para simplificar o cálculo de doses de diferentes tipos de insulina, considerando carboidratos, proteínas, gorduras, glicemia atual, sensibilidade à insulina e metas glicêmicas. Além disso, oferece histórico de refeições, exportação de dados e integração com serviços externos, como o *Nightscout*. Ao reunir em uma única ferramenta funções de cálculo, registro e acompanhamento, busca-se promover maior praticidade, segurança e adesão ao tratamento, com potencial impacto positivo na qualidade de vida e na saúde pública.

## 2 Referencial Teórico

Esta seção apresenta os principais conceitos relacionados ao DM1, suas complicações, estratégias de tratamento e o uso de tecnologias digitais no apoio ao

autocuidado, fundamentais para contextualizar o desenvolvimento do aplicativo MinhaDose.

## 2.1 Panorama do DM1 como problema de saúde pública

O *Diabetes Mellitus* (DM) é reconhecido como um dos maiores problemas de saúde pública da atualidade, por sua elevada prevalência, custos de tratamento e impacto na qualidade de vida dos pacientes. Estima-se que a doença continue em crescimento nas próximas décadas, atingindo milhões de pessoas em todo o mundo (Vale, 2018). No Brasil, estudos apontam aumento expressivo das taxas de hospitalização e mortalidade associadas ao DM. Entre 2012 e 2022, as regiões Sudeste e Nordeste apresentaram os maiores índices de mortalidade hospitalar, com destaque para mulheres idosas, evidenciando vulnerabilidade acentuada nesse grupo (Silva, 2023).

As complicações decorrentes do mau controle glicêmico estão entre as principais causas de internações e sobrecarga do sistema de saúde, incluindo cetoacidose diabética, neuropatia, retinopatia e nefropatia (Müller et al., 2024). A literatura reforça que estratégias de acompanhamento contínuo e tratamento intensivo são essenciais para reduzir tais riscos, mas sua implementação ainda enfrenta desafios, sobretudo no sistema público de saúde (Corrêa et al., 2024).

## 2.2 Complicações e importância do tratamento intensivo e do autocuidado

O manejo adequado do DM1 requer não apenas insulina, mas também educação contínua e apoio familiar. Em adolescentes, a adesão ao tratamento está diretamente associada ao suporte recebido, sendo esse fator determinante para a prevenção de complicações (Corrêa et al., 2024). Além disso, a qualidade de vida dos jovens com DM1 sofre impacto significativo diante da sobrecarga de autocuidado e do medo de complicações agudas, como a hipoglicemia (Freire et al., 2023).

Estudos recentes destacam que a hipoglicemia continua sendo uma das complicações mais frequentes e graves, associada a aumento de hospitalizações, risco cardiovascular e mortalidade (Novelino, 2024). O medo desse evento leva muitos pacientes a reduzir ou omitir doses de insulina, comprometendo o tratamento. Nesse contexto, soluções digitais voltadas à prevenção e ao manejo de hipoglicemias surgem como alternativas inovadoras (Novelino, 2024).

## 2.3 Contagem de carboidratos e manejo nutricional

A contagem de carboidratos é considerada uma das principais estratégias nutricionais no tratamento do DM1, possibilitando maior flexibilidade alimentar e ajuste das doses de insulina. Entretanto, sua aplicação prática envolve cálculos complexos, o que dificulta a adesão de muitos pacientes (Ribeiro et al., 2024). Revisões sistemáticas indicam que essa técnica pode melhorar a hemoglobina glicada (HbA1c) em curto prazo, mas a manutenção dos benefícios a longo prazo ainda é incerta (Vaz et al., 2015).

Além disso, estudos comparativos mostram que dietas alternativas, como a cetogênica, não apresentam superioridade significativa frente à contagem de

carboidratos, reforçando a importância desta como estratégia consolidada (Souza, 2024). No entanto, a literatura enfatiza que o sucesso depende do suporte profissional contínuo e de ferramentas que facilitem os cálculos no cotidiano (Marcelo et al., 2020).

## 2.4 Aplicativos móveis no controle do DM

O avanço das tecnologias digitais tem impulsionado o surgimento de aplicativos voltados ao apoio no tratamento do DM. Revisões narrativas e integrativas identificaram mais de duzentos aplicativos relacionados ao DM, com funções que vão desde lembretes de medicação até registro de glicemias (Marcelo et al., 2020; Almeida et al., 2021). Apesar do crescimento, grande parte dessas ferramentas limita-se ao cálculo de carboidratos ou ao monitoramento isolado de parâmetros, sem oferecer suporte completo ao ajuste de insulina (Ribeiro et al., 2024).

Revisões sistemáticas reforçam que, embora os aplicativos contribuam para a autonomia do paciente, a maioria não contempla proteínas, gorduras e correções glicêmicas, pontos fundamentais para um controle mais preciso (Almeida (2021)). Essa limitação evidencia uma lacuna na literatura e no mercado, justificando o desenvolvimento de soluções mais abrangentes.

Por isso, o uso de tecnologias digitais no manejo do DM1 tem mostrado resultados positivos tanto em controle glicêmico quanto em satisfação dos pacientes. Estudo prospectivo realizado em um serviço terciário público brasileiro demonstrou que pacientes que utilizavam bombas de insulina, sensores de monitorização contínua ou aplicativos de contagem de carboidratos apresentaram melhores níveis de HbA1c (Hemoglobina Glicada) e maior satisfação em relação ao tratamento convencional (Musse, 2024).

De forma semelhante, práticas inovadoras como diários eletrônicos e softwares especializados vêm sendo propostos para auxiliar no autocuidado e no manejo de complicações específicas (Novelino, 2024). Embora ainda incipientes, essas iniciativas mostram o potencial das tecnologias digitais em ampliar o acesso ao tratamento, reduzir complicações e melhorar a qualidade de vida de pessoas com DM1.

## 2.5 Trabalhos correlatos

Diversos aplicativos móveis já foram desenvolvidos para apoiar o autocuidado em DM, cada um com propostas distintas, mas ainda com limitações frente às necessidades do paciente com DM1. Este trabalho inclui a pesquisa e estudo dos seguintes aplicativos:

- *FatSecret*: plataforma popular de registro de alimentos e monitoramento calórico, muito utilizada em dietas e controle de peso. Seu ponto forte é o extenso banco de dados nutricional. Contudo, não possui foco específico em DM, não calcula doses de insulina e exige registros manuais item a item.
- *mySugr*: aplicativo internacional voltado para pessoas com DM. Permite registrar glicemias, carboidratos e insulina em um diário digital, além de gerar relatórios úteis para acompanhamento clínico. Apesar disso, demanda inserção manual detalhada de alimentos e não contempla proteínas e gorduras no cálculo de insulina.

- *GlicOnline*: solução brasileira direcionada ao público diabético, com foco na contagem de carboidratos e sugestões de doses a partir de parâmetros configurados pelo usuário. Embora seja mais próximo da realidade do DM1, ainda exige muitos passos no registro das refeições e não integra variáveis como proteínas, gorduras e correções automáticas.

Comparando esses aplicativos, observa-se que todos contribuem para o autocuidado, mas mantêm lacunas importantes: exigem múltiplas interações, sobrecarregam o usuário e não realizam cálculos completos de insulina. Nesse contexto, o *MinhaDose* se diferencia ao:

- Permitir registrar a refeição completa de uma só vez (por texto ou foto), reduzindo o número de etapas.
- Incluir proteínas e gorduras no cálculo da dose de insulina, aumentando a precisão terapêutica.
- Integrar-se de forma opcional ao *Nightscout*, automatizando a leitura da glicemia.
- Disponibilizar exportação estruturada em planilha XLSX, facilitando o acompanhamento multiprofissional.
- Estar disponível como *Progressive Web App* multiplataforma, com funcionamento básico *offline*.

Essas características estão resumidas na análise comparativa apresentada no Quadro 1.

Além disso, o fluxo de cálculo de insulina do *MinhaDose* simplifica de maneira significativa a rotina do paciente. Enquanto o método manual exige diversas etapas de identificação, conversão e somas nutricionais, o *MinhaDose* reduz o processo a poucas interações simples. Essa diferença está demonstrada no Quadro 2.

**Quadro 1 – Requisitos Funcionais do MinhaDose**

Recurso	MinhaDose	FatSecret	mySugr	GlicOnline
Registro de refeições (texto)	Sim, com análise automática pela IA: o usuário digita a refeição completa em um único campo.	Sim, mas exige pesquisa alimento por alimento.	Sim, manual, item a item.	Sim, baseado em base de dados alimentar.
Número de cliques para obter carboidrato da refeição	≈ 3-4 cliques (digitar refeição → salvar → visualizar CHO + dose).	≥ 10 cliques (pesquisar cada alimento → adicionar → repetir → somar).	≥ 10 cliques (inserção item a item).	≥ 8 cliques (seleção de itens na base e soma manual/semiautomática).
Registro de refeições (imagem)	Sim, com estimativa de carboidratos, proteínas e gorduras via IA.	Não disponível.	Não disponível.	Não disponível.
Cálculo de insulina	Automático: inclui carboidratos, proteínas e gorduras + correção pela glicemia.	Não disponível.	Sim, mas limitado: considera apenas carboidratos e glicemia.	Sim, sugere doses a partir da contagem de carboidratos e glicemia.
Integração com monitoramento glicêmico	Sim, com Nightscout.	Não disponível.	Sim, com alguns glicosímetros e CGM (dependendo da região).	Parcial, dependendo de dispositivos compatíveis.
Exportação de histórico	Sim, em <b>XLSX</b> para acompanhamento clínico.	Não disponível diretamente.	Sim, relatórios em PDF/CSV.	Sim, relatórios para profissionais de saúde.
Portabilidade	PWA (navegador, Android, iOS, desktop) com suporte offline.	App nativo (Android/iOS).	App nativo (Android/iOS).	App nativo (Android/iOS).
Tema claro/escuro (IHC)	Sim, escolha pelo usuário conforme preferência e contexto.	Sim.	Sim.	Não informado.
Foco do app	Controle de diabetes tipo 1, com cálculo de insulina preciso (CHO + proteína/gordura).	Controle alimentar e calórico geral.	Diário de diabetes (glicemia, CHO, insulina, relatórios).	Diabetes, com foco em contagem de carboidratos e ajuste de insulina.
Segurança e privacidade	Google OAuth, RLS no PostgreSQL, HTTPS, minimização de dados.	Cadastro por e-mail/senha; menos transparência.	Cadastro por e-mail/conta vinculada; políticas próprias.	Cadastro por e-mail; políticas próprias.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Quadro 2 – Comparação do Fluxo Para a Dose de Insulina**

Processo Manual (Paciente)	Processo com o MinhaDose (Paciente)
1. Identificar todos os alimentos no prato.	1. Digitar a refeição completa com quantidades <b>ou</b> tirar uma foto do prato.
2. Consultar tabelas nutricionais para cada alimento.	2. Informar a glicemia atual (se não integrada).
3. Verificar a porção de referência da tabela (ex.: 25 g arroz = 10 g CHO).	3. Visualizar o resultado final com as doses calculadas.
4. Converter para a quantidade ingerida (ex.: 100 g → 40 g CHO).	4. Aplicar a insulina conforme a dose indicada.
5. Repetir o cálculo para todos os alimentos.	
6. Somar todos os carboidratos ingeridos.	
7. Anotar proteínas e gorduras consumidas.	
8. Converter proteínas e gorduras em carboidratos equivalentes (fórmula clínica).	
9. Somar os equivalentes de P+G ao total de carboidratos.	
10. Medir a glicemia com glicosímetro ou CGM.	
11. Calcular insulina para carboidratos (CHO ÷ ICR).	
12. Calcular insulina de correção (se glicemia > alvo).	
13. Calcular insulina para proteínas e gorduras (equivalentes ÷ ICR).	
14. Somar todas as doses calculadas.	
15. Arredondar a dose.	
16. Aplicar a insulina.	

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

## 2.6 Lacunas existentes e justificativa da solução proposta

A revisão da literatura e os estudos realizados com apps disponíveis no mercado, mostram que, apesar dos avanços em tecnologias digitais aplicadas ao DM, ainda existem limitações significativas. A maioria dos aplicativos disponíveis concentra-se exclusivamente no cálculo de carboidratos, não incorporando proteínas, gorduras, glicemia atual e sensibilidade individual à insulina. Além disso, a complexidade dos cálculos faz com que muitos pacientes abandonem a prática, mesmo após orientação profissional (Vaz et al., 2015; Almeida et al., 2021).

Nesse cenário, o desenvolvimento de soluções que integrem múltiplas variáveis do tratamento se mostra essencial. Aplicativos que considerem diferentes

tipos de insulina, fatores de sensibilidade e registro histórico representam um avanço necessário para apoiar o paciente no autogerenciamento do DM1, preenchendo a lacuna identificada nos estudos revisados.

### 3 Artefatos da Engenharia de Software

Esta seção apresenta os artefatos da Engenharia de Software criados para este projeto, como Requisitos Funcionais, Requisitos não Funcionais, Diagrama de Caso de Uso, entre outros.

#### 3.1 Elicitação dos requisitos

A elicitação dos requisitos do MinhaDose foi realizada a partir da combinação de referências teóricas, experiências práticas e análise de soluções já existentes. O Manual da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) (Roberto, n.d.) serviu como principal base científica, fornecendo parâmetros essenciais como a razão insulina/carboidrato (ICR), o fator de sensibilidade à insulina (ISF), os valores-alvo de glicemia e as recomendações sobre o impacto tardio de proteínas e gorduras. Em paralelo, foi utilizada uma planilha de controle pessoal, elaborada e aplicada pelo autor no acompanhamento diário do DM, que contempla múltiplas variáveis para o cálculo de insulina. Embora a versão atual do aplicativo ainda não incorpore todas as variáveis presentes na planilha, foram incluídos os elementos mínimos necessários para que o aplicativo fornecesse a dose adequada.

A definição dos requisitos também foi enriquecida pela experiência prática do autor no cálculo e ensino da contagem de carboidratos a outros pacientes, o que permitiu identificar as principais dificuldades enfrentadas no cotidiano, como a complexidade das fórmulas, o tempo gasto em cada refeição e a alta taxa de desistência. Além disso, a análise de aplicativos já disponíveis no mercado, como *FatSecret*, *mySugr* e *GlicOnline*, possibilitou compreender funcionalidades relevantes e lacunas ainda não atendidas, especialmente a ausência de cálculos que envolvam proteínas, gorduras e correções automáticas de glicemia.

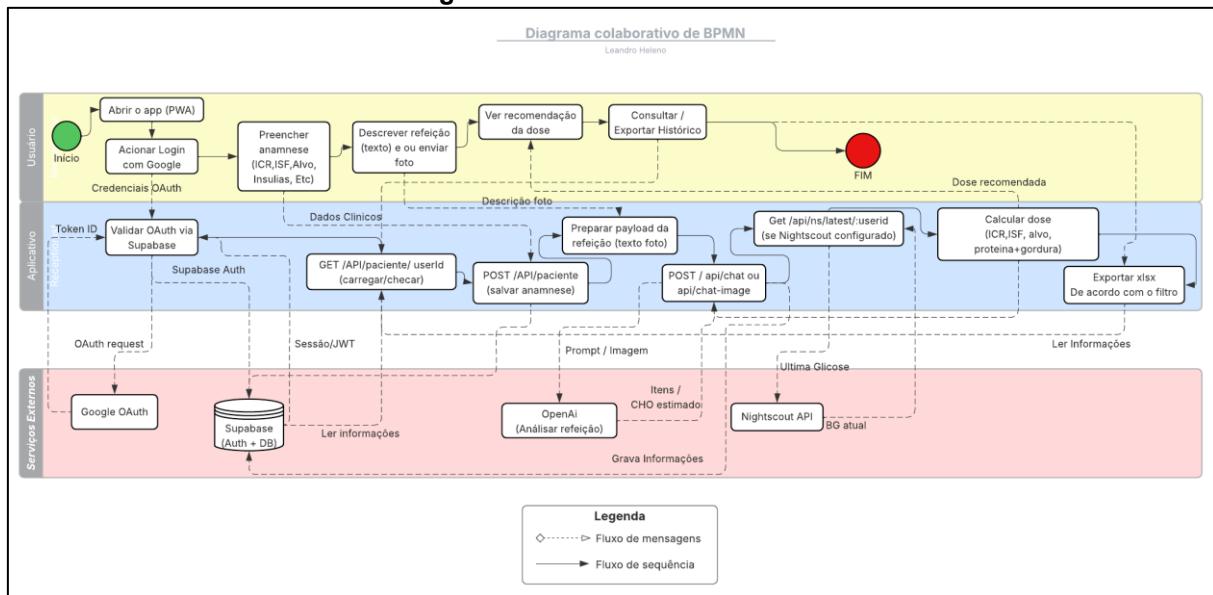
Dessa forma, a elicitação dos requisitos buscou integrar fundamentação científica, aplicabilidade prática e inovação tecnológica, resultando em um conjunto de requisitos realistas e alinhados às necessidades dos pacientes com DM1.

#### 3.2 Fluxo dos processos

A notação *Business Process Model and Notation* (BPMN) foi criada em 2002 e, desde 2006, é mantida pela *Object Management Group* (OMG). Seu objetivo é representar processos de negócio de forma gráfica e padronizada, sendo facilmente compreendida por profissionais e pela academia, o que explica sua ampla adoção mundial (CAMPOS, 2014).

No MinhaDose, o processo principal foi modelado em BPMN, representando o fluxo de registro da refeição e cálculo da dose de insulina.

**Figura 1 - Fluxo dos Processos.**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

### 3.3 Requisitos Funcionais e não Funcionais:

Serão apresentados os requisitos e regras de negócio que orientaram o desenvolvimento do aplicativo, contemplando tanto suas funcionalidades quanto os aspectos de qualidade e restrições de uso.

Os requisitos de *software* são frequentemente classificados como funcionais e não funcionais. De acordo com Sommerville (2011), os requisitos funcionais são declarações de serviços que o aplicativo deve fornecer e de como deve reagir a determinadas entradas, podendo também explicitar restrições sobre o que não deve ser feito. Já os requisitos não funcionais representam restrições aos serviços oferecidos, incluindo aspectos de desempenho, segurança e normas, aplicando-se muitas vezes ao aplicativo como um todo.

No MinhaDose, os requisitos foram definidos com base no processo de elicitação descrito anteriormente e estão organizados em tabelas específicas.

Os requisitos funcionais desse projeto são apresentados no Quadro 3

**Quadro 3 – Requisitos Funcionais**

ID	RF001	ID	RF002
<b>Nome</b>	Cadastrar / autenticar o usuário (Google + Supabase)	<b>Nome</b>	Cadastrar anamnese e parâmetros individuais
<b>Descrição</b>	No primeiro acesso, o usuário realiza login via Google OAuth. O token de sessão é validado pelo backend e utilizado para autorizar operações.	<b>Descrição</b>	Permitir cadastrar e atualizar configurações clínicas: ICR, ISF, alvo glicêmico, estratégia PG, insulinas utilizadas.
<b>Categoria</b>	Visível ao usuário	<b>Categoria</b>	Visível ao usuário
<b>Prioridade</b>	Essencial	<b>Prioridade</b>	Essencial

<b>Informações</b>	Botão “Entrar com Google”; sessão JWT no Supabase	<b>Informações</b>	Formulário do paciente; persistência na Quadro patient_settings (Supabase).
<b>Regra de Negócio</b>	Sessão deve estar válida; ao expirar, o usuário refaz login.	<b>Regra de Negócio</b>	Cadastro criado se inexistente; alterações sobreescrivem dados.
<b>ID</b>	<b>RF003</b>	<b>ID</b>	<b>RF004</b>
<b>Nome</b>	Integrar com Nightscout (glicemia atual)	<b>Nome</b>	Registrar refeição por texto com análise por IA
<b>Descrição</b>	Consultar valor de glicemia mais recente no Nightscout, quando configurado.	<b>Descrição</b>	Usuário descreve refeição em texto; backend envia para IA que retorna nutrientes estimados.
<b>Categoria</b>	Integração externa	<b>Categoria</b>	Visível ao usuário
<b>Prioridade</b>	Importante	<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Informações</b>	Endpoint /api/ns/latest/:userId; cabeçalhos API-SECRET ou SHA-1.	<b>Informações</b>	Endpoint /api/chat (POST) com userId, texto, glicemia, refeição, PG.
<b>Regra de Negócio</b>	Se indisponível, usuário informa manualmente.	<b>Regra de Negócio</b>	Se IA indisponível, refeição pode ser salva manualmente.
<b>ID</b>	<b>RF005</b>	<b>ID</b>	<b>RF006</b>
<b>Nome</b>	Registrar refeição por imagem com análise por IA	<b>Nome</b>	Cálcular dose de insulina
<b>Descrição</b>	Usuário envia foto da refeição; backend envia para IA para estimativa nutricional.	<b>Descrição</b>	Calcular dose recomendada a partir de parâmetros do paciente e nutrientes estimados.
<b>Categoria</b>	Visível ao usuário	<b>Categoria</b>	Regra de negócio
<b>Prioridade</b>	Importante	<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Informações</b>	Endpoint /api/chat-image (POST); fallback para texto.	<b>Informações</b>	Cálculo de dose rápida total (CHO + correção) e regular (PG).
<b>Regra de Negócio</b>	Imagens devem respeitar limite de tamanho; se falhar, pedir descrição em texto.	<b>Regra de Negócio</b>	Correção apenas se glicemia > alvo; valores negativos = zero.
<b>ID</b>	<b>RF007</b>	<b>ID</b>	<b>RF008</b>
<b>Nome</b>	Salvar histórico de refeições	<b>Nome</b>	Filtrar séries históricas
<b>Descrição</b>	Persistir refeição com descrição, nutrientes, glicemia e doses calculadas.	<b>Descrição</b>	Listar refeições com filtros por data/tipo e fornecer séries temporais.
<b>Categoria</b>	Persistência de dados	<b>Categoria</b>	Visível ao usuário
<b>Prioridade</b>	Essencial	<b>Prioridade</b>	Importante
<b>Informações</b>	Quadro refeicoes no Supabase.	<b>Informações</b>	Endpoints /api/refeicoes (GET) e /api/refeicoes/serie (GET).
<b>Regra de Negócio</b>	Se detalhes excederem limite, salvar sem HTML, mantendo dados principais.	<b>Regra de Negócio</b>	Restringir dados ao usuário autenticado (RLS por user_id).
<b>ID</b>	<b>RF009</b>	<b>ID</b>	<b>RF010</b>
<b>Nome</b>	Excluir refeição	<b>Nome</b>	Exportar dados em XLSX / Pdf

<b>Descrição</b>	Permitir que o usuário exclua registros do histórico.	<b>Descrição</b>	Exportar histórico de refeições e doses em XLSX/ Pdf.
<b>Categoria</b>	Visível ao usuário	<b>Categoria</b>	Relatórios
<b>Prioridade</b>	Médio	<b>Prioridade</b>	Importante
<b>Informações</b>	Endpoint /api/refeicoes/:id (DELETE).	<b>Informações</b>	Gerado no front-end (SheetJS).
<b>Regra de Negócio</b>	Exclusão apenas de registros pertencentes ao usuário logado.	<b>Regra de Negócio</b>	Arquivo deve conter data/hora, refeição, nutrientes, glicemia e doses.
<b>ID</b>	<b>RF011</b>		
<b>Nome</b>	Instalar PWA e uso offline parcial		
<b>Descrição</b>	Disponibilizar instalação como PWA e cache de recursos estáticos para uso básico offline.		
<b>Categoria</b>	Infraestrutura		
<b>Prioridade</b>	Médio		
<b>Informações</b>	Arquivos manifest.webmanifest e sw.js.		
<b>Regra de Negócio</b>	Operações com IA e banco exigem internet; app deve avisar usuário.		

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Os requisitos não funcionais do projeto são apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4 – Requisitos Não Funcionais**

ID	RNF001	ID	RNF002
<b>Nome</b>	PWA e uso offline básico	<b>Nome</b>	Autorizar por usuário (Supabase JWT)
<b>Descrição</b>	O app funciona como <b>PWA</b> , com manifesto e <b>service worker</b> para cache de recursos estáticos, permitindo abertura e navegação básica offline.	<b>Descrição</b>	Todas as chamadas do backend ao Supabase são feitas com o <b>Bearer token</b> do usuário, garantindo escopo por usuário nas operações.
<b>Categoria</b>	Portabilidade	<b>Categoria</b>	Segurança
<b>Prioridade</b>	Essencial	<b>Prioridade</b>	Essencial
<b>Informações</b>	manifest.webmanifest e sw.js com cache dos arquivos essenciais; registro do SW no index.html.	<b>Informações</b>	Função supabaseFromReq(req) injeta Authorization: Bearer <JWT> nas chamadas do SDK.
<b>Regra de Negócio</b>	Operações que exigem rede (IA, banco, Nightscout) só executam online; interface deve informar indisponibilidade quando offline.	<b>Regra de Negócio</b>	Cada usuário lê/grava apenas seus próprios registros; requisições sem token válido retornam erro/negadas.
ID	RNF003	ID	RNF004
<b>Nome</b>	Ter Degradação controlada das integrações externas	<b>Nome</b>	Controlar Tempo-limite (timeout) para chamadas externas
<b>Descrição</b>	Quando <b>OpenAI</b> ou <b>Nightscout</b> falham/ausentes, o sistema mantém o fluxo: permite <b>entrada manual</b> de glicemia e salva a refeição; há <b>fallback</b> se a chave de IA não está configurada.	<b>Descrição</b>	Chamadas a serviços externos utilizam <b>helper de timeout</b> para evitar travamentos do fluxo.

Categoria	Confiabilidade	Categoria	Desempenho/Confiabilidade
<b>Prioridade</b>	Essencial	<b>Prioridade</b>	Importante
<b>Informações</b>	Aviso no start se OPENAI_API_KEY ausente; endpoints aceitam dados mesmo sem resposta da IA.	<b>Informações</b>	Função withTimeout(promise, ms=45000) envolve requisições; tratamento de erro com mensagens ao usuário.
<b>Regra de Negócio</b>	A ausência de serviço externo não bloqueia o registro da refeição nem o histórico.	<b>Regra de Negócio</b>	Se exceder o tempo-limite, a operação falha de forma controlada e o usuário pode tentar novamente.
<b>ID</b>	<b>RNF005</b>	<b>ID</b>	<b>RNF006</b>
<b>Nome</b>	Exportar e portabilidade de dados	<b>Nome</b>	Ter Compatibilidade multiplataforma (web/PWA)
<b>Descrição</b>	O usuário pode <b>exportar</b> seu histórico em <b>XLSX</b> , garantindo portabilidade dos dados.	<b>Descrição</b>	Aplicação <b>responsiva</b> e executável em navegadores modernos, com instalação como app em Android/iOS/desktop via PWA.
<b>Categoria</b>	Conformidade/Manutenibilidade	<b>Categoria</b>	Compatibilidade
<b>Prioridade</b>	Importante	<b>Prioridade</b>	Importante
<b>Informações</b>	Geração no frontend (SheetJS); seleção de período no index.html.	<b>Informações</b>	index.html responsivo + manifesto PWA; não há dependências nativas.
<b>Regra de Negócio</b>	Arquivo contém data/hora, descrição, nutrientes, glicemia e doses calculadas.	<b>Regra de Negócio</b>	Ter mais de um recurso disponível (ex.: câmera, Texto).

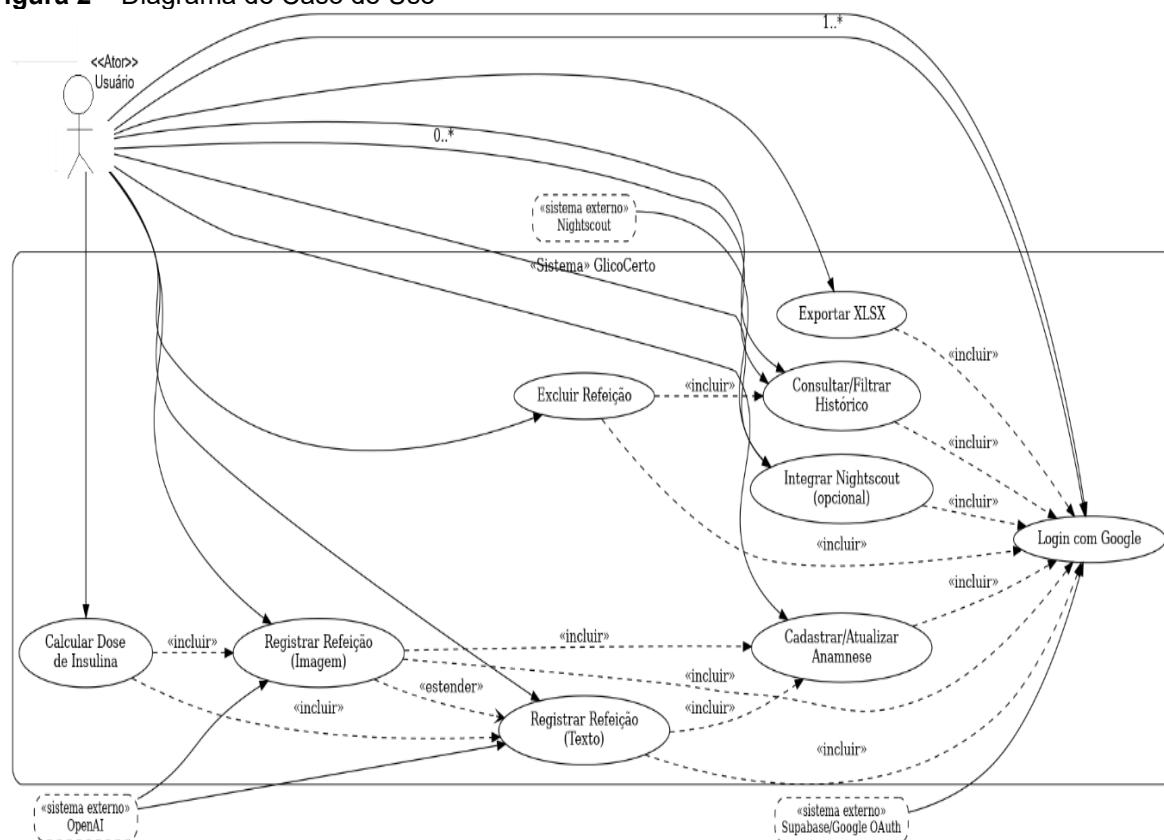
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

### 3.4 Diagrama de Caso de Uso

O caso de uso descreve como os usuários interagem com o aplicativo para atingir um objetivo. Segundo Lee e Tepfenhart (2001), trata-se de uma sequência de ações que resulta em valor observável para o ator. Assim, o diagrama de caso de uso auxilia na identificação das principais funcionalidades do aplicativo sob a perspectiva do usuário.

No MinhaDose, esse diagrama representa interações como registro de refeições, cálculo da dose de insulina e exportação do histórico. Representados na Figura 2

**Figura 2 – Diagrama de Caso de Uso**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

O Aplicativo MinhaDose contempla nove casos de uso principais, que estruturam as interações entre paciente e aplicativo, além de integrações externas necessárias para seu funcionamento.

O Login com Google (UC01) garante a autenticação segura do usuário por meio do serviço Supabase/Google OAuth, sendo condição essencial para acesso às demais funcionalidades.

O Cadastrar/Atualizar Anamnese (UC02) permite que o paciente insira ou modifique parâmetros clínicos, como razão insulina-carboidrato, fator de sensibilidade, alvo glicêmico e estratégias de contagem de proteínas e gorduras. Esses dados são pré-requisitos para cálculos automatizados de dose.

O Integrar Nightscout (UC03) viabiliza a comunicação opcional com a API do Nightscout, possibilitando a importação automática de valores de glicemia, embora também seja permitida a inserção manual em casos de falha.

Os casos Registrar Refeição por Texto (UC04) e Registrar Refeição por Imagem (UC05) possibilitam o registro alimentar por meio de inteligência artificial. Enquanto o primeiro interpreta a descrição textual fornecida pelo paciente, o segundo amplia essa funcionalidade por meio do reconhecimento automático de imagens. Ambos convergem para a estimativa de nutrientes e geração de recomendações.

O Calcular Dose de Insulina (UC06) utiliza as informações de refeição (UC04 e UC05) e os parâmetros clínicos cadastrados (UC02) para fornecer ao

paciente a dose recomendada, considerando correções glicêmicas e equivalentes de macronutrientes.

O Consultar/Filtrar Histórico (UC07) organiza os registros de refeições, permitindo filtragem por período e detalhamento das informações armazenadas, enquanto o Excluir Refeição (UC08) possibilita a remoção de registros específicos, restrita ao próprio usuário.

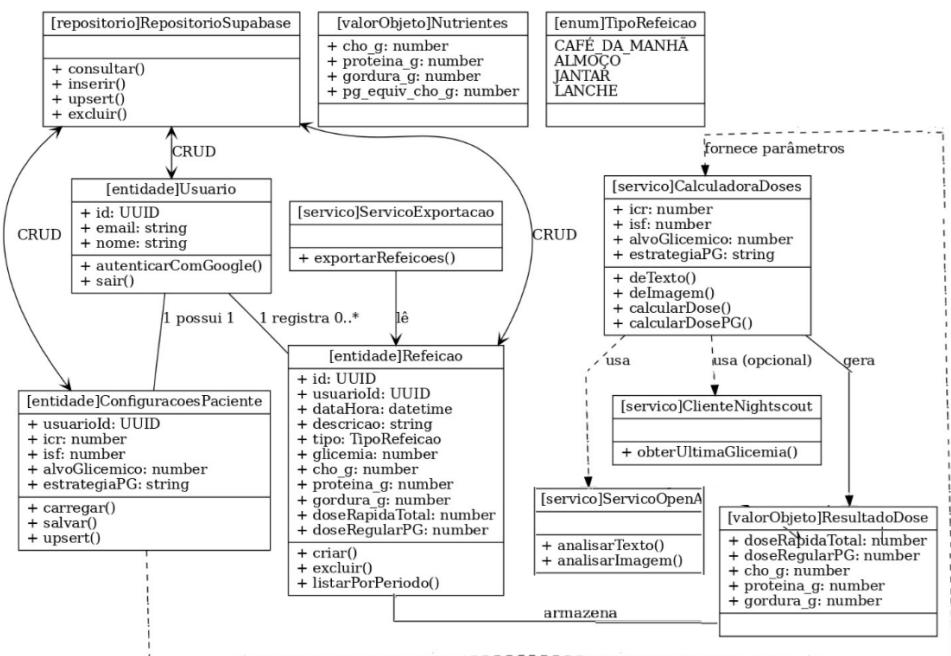
Por fim, o Exportar XLSX (UC09) gera relatórios no formato Excel, consolidando refeições, nutrientes e glicemias em arquivos que podem ser baixados e analisados externamente.

Assim, o conjunto de casos de uso evidencia um fluxo integrado que vai desde a autenticação inicial até o acompanhamento histórico do tratamento, permitindo ao paciente um gerenciamento personalizado de sua terapia.

### 3.5 Diagrama de Classes

O diagrama de classes é um dos mais importantes da UML, pois define a estrutura das classes, seus atributos, métodos e relacionamentos, servindo de apoio para os demais diagramas (GUEDES, 2009).

**Figura 3 - Representação Diagrama de Classes**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

No MinhaDose, o diagrama de classes foi elaborado para representar as principais entidades do domínio, como Usuário, Refeição, Configurações do Paciente e Nutrientes, bem como serviços de integração e cálculo, evidenciando suas interações. A Figura 3 apresenta o Diagrama de Classes do projeto.

### 4 Desenvolvimento e Prototipação

O desenvolvimento do MinhaDose foi realizado com um conjunto de tecnologias modernas, cuidadosamente selecionadas para atender aos requisitos de

portabilidade, integração e usabilidade. As escolhas feitas contemplaram tanto aspectos técnicos quanto a viabilidade de manutenção em um contexto acadêmico, garantindo simplicidade na implementação e robustez na entrega.

A linguagem principal utilizada foi o JavaScript, aplicada tanto no *backend* quanto no *frontend*. No lado do servidor, empregou-se o Node.js, que é um ambiente de execução do JavaScript construído sobre o motor V8 do Google Chrome. Ele permite processar múltiplas conexões simultâneas de forma escalável, com operações de entrada e saída não bloqueantes, ideal para criação de APIs rápidas e eficientes. No lado do cliente, o JavaScript foi usado para manipulação da interface e interação com os serviços do *backend*. Essa escolha reduziu a complexidade do projeto, já que a mesma linguagem pode ser aplicada em toda a solução.

Complementando o *frontend*, foram empregados HTML5 e CSS3, padrões amplamente aceitos atualmente na construção de interfaces web. O HTML5 estruturou os componentes da interface, enquanto o CSS3 proporcionou estilo visual e responsividade, assegurando que a aplicação se adaptasse a diferentes dispositivos. Para além de uma simples aplicação web, optou-se por transformá-la em uma PWA. Essa abordagem permitiu oferecer ao usuário uma experiência semelhante à de aplicativos nativos, incluindo instalação em dispositivos móveis, abertura em tela cheia e ícone próprio na tela inicial.

Dois elementos fundamentais compõem a arquitetura PWA: o *Service Worker*, que intercepta requisições e permite cache para funcionamento offline (W3C, 2019), e o *Web App Manifest*, arquivo JSON que define metadados como nome, ícone e cores, garantindo experiência uniforme em diferentes plataformas (W3C, 2021). Do ponto de vista de usabilidade, foram seguidos critérios de eficiência, consistência e *feedback* imediato. Todas as ações do usuário (como salvar refeição, exportar histórico ou consultar glicemia) geram mensagens de confirmação visíveis. A navegação foi organizada de forma linear e clara, evitando menus excessivos ou opções redundantes.

Um diferencial importante é a possibilidade de o usuário escolher entre tema claro e tema escuro. Essa configuração atende tanto às preferências pessoais quanto às necessidades de acessibilidade. Usuários que realizam medições e registros em ambientes pouco iluminados, por exemplo, podem preferir o modo escuro, que reduz o brilho e o cansaço visual. Já em situações de maior luminosidade, o modo claro oferece melhor contraste e legibilidade. Essa flexibilidade alinha-se às recomendações de Interação Humano Computador (IHC) que enfatizam a adaptação da interface ao contexto de uso.

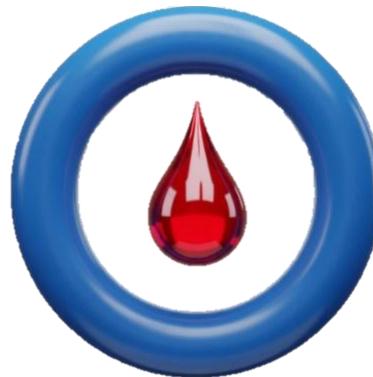
Além disso, foram adotadas boas práticas de design inclusivo:

- Contraste de cores compatível com o padrão WCAG 2.1 AA, garantindo que informações essenciais sejam legíveis por pessoas com baixa visão. O padrão WCAG 2.1 AA é um conjunto de diretrizes internacionais de acessibilidade para conteúdo web, que estabelece critérios mínimos para tornar interfaces mais perceptíveis, operáveis, compreensíveis e robustas (W3C/WAI, 2018).
- Componentes interativos com dimensões mínimas de 44x44 pixels, permitindo uso confortável em telas sensíveis ao toque.
- Ícones padronizados associados a rótulos textuais, evitando ambiguidades.
- Mensagens em linguagem clara e objetiva, favorecendo compreensão rápida.

- Compatibilidade com leitores de tela via *aria-labels* e elementos semânticos.
- *Feedback* visual e textual em estados de erro, carregamento e desconexão, evitando incerteza no uso.

A identidade visual do aplicativo também está alinhada ao domínio da saúde. O anel azul do logotipo (Figura 4) simboliza a DM em referência ao círculo azul da Federação Internacional de Diabetes, enquanto a gota de sangue central representa a prática cotidiana de monitoramento glicêmico. Essa escolha fortalece a conexão emocional com o público-alvo, transmitindo empatia e propósito.

**Figura 4 – Logotipo**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Dessa forma, a interface do MinhaDose não é apenas funcional, mas também orientada à experiência real do paciente diabético, considerando contexto de uso, acessibilidade, preferências visuais e redução da carga cognitiva.

Para o armazenamento de dados e autenticação, adotou-se o Supabase, plataforma *open source* que combina banco de dados PostgreSQL com serviços de autenticação e APIs automáticas (SUPABASE, 2025). O PostgreSQL, por sua vez, é um banco de dados relacional robusto, com suporte a transações confiáveis e regras de segurança avançadas (POSTGRESQL, 2024). No MinhaDose, ele armazena as tabelas de configurações do paciente (anamnese) e de refeições, ambas protegidas por políticas de segurança em nível de linha (RLS), que asseguram que cada usuário tenha acesso apenas aos seus próprios registros.

A autenticação é realizada por meio do Google OAuth 2.0, protocolo definido pela IETF (2012) e implementado na Google Identity Platform (GOOGLE, 2025), integrado ao Supabase. Esse protocolo permite que o usuário utilize sua conta Google para acessar o aplicativo, eliminando a necessidade de criação e gerenciamento de senhas adicionais. Durante o processo de *login*, o aplicativo recebe do Google apenas informações básicas de identificação: ID único da conta, nome e endereço de e-mail, além do *token* de sessão (JWT) gerado pelo Supabase. Nenhum outro dado da conta Google é acessado, já que o escopo de autenticação é restrito a *e-mail* e *profile*. No banco de dados do aplicativo são gravadas apenas as informações necessárias para o funcionamento: configurações clínicas cadastradas pelo usuário e refeições registradas. Os *tokens* de autenticação são geridos exclusivamente pelo

Supabase, o que garante um modelo de minimização de dados, preservando a privacidade do usuário.

Para a funcionalidade central do aplicativo o cálculo de doses de insulina com base nas refeições foi utilizada a API da OpenAI (OPENAI, 2025), responsável por analisar tanto descrições textuais quanto imagens de pratos, retornando estimativas de carboidratos, proteínas e gorduras. Essa integração representa um diferencial do MinhaDose em relação a aplicativos já existentes, que geralmente limitam-se à contagem de carboidratos. Além disso, o aplicativo oferece integração opcional com o Nightscout, uma plataforma *open source* utilizada pela comunidade de pessoas com DM para monitoramento remoto de glicemias (NIGHTSCOUT, 2025). No aplicativo, o Nightscout fornece a leitura automática da glicemia mais recente, mas quando indisponível o usuário pode informar o valor manualmente.

A exportação dos dados foi implementada com auxílio da biblioteca SheetJS, que permite a geração de planilhas XLSX diretamente no navegador (SHEETJS, 2025). Essa funcionalidade possibilita que o usuário compartilhe seu histórico de refeições e doses de insulina com profissionais de saúde de forma prática e padronizada. O *backend*, por sua vez, foi estruturado com o framework Express.js, que simplificou a criação de rotas REST, tornando o servidor mais organizado e modular (EXPRESS, 2025).

Todo o código foi versionado com Git e hospedado no GitHub, garantindo rastreabilidade das alterações, controle de versão e *backup* contínuo do projeto. Essa prática assegurou a manutenção da integridade do desenvolvimento e facilitou eventuais ajustes durante o ciclo do TCC.

Durante o desenvolvimento do MinhaDose, adotou-se um esquema de versionamento próprio para organizar a evolução do projeto e facilitar a rastreabilidade de entregas. Esse esquema seguiu três níveis, representados no formato X.Y.Z (exemplo: 1.3.10), sendo X a versão publicável; Y a indicação para novas funcionalidades e Z para correções e ajustes finos

Com esse modelo, tornou-se possível diferenciar claramente as versões de prototipação interna das versões que representavam avanços concretos no projeto, sendo que a versão registrada como oficial e entregue para este Trabalho de Conclusão de Curso é a 1.8.40, que corresponde a:

- 1: primeira versão publicável estável do aplicativo;
- 8: oito incrementos de funcionalidades desde a última versão publicada;
- 40: quarenta correções de erros e ajustes finos realizados ao incremento.

Esse esquema de versionamento possibilitou documentar a evolução do aplicativo de maneira transparente e estruturada, garantindo clareza na linha de desenvolvimento até a entrega final.

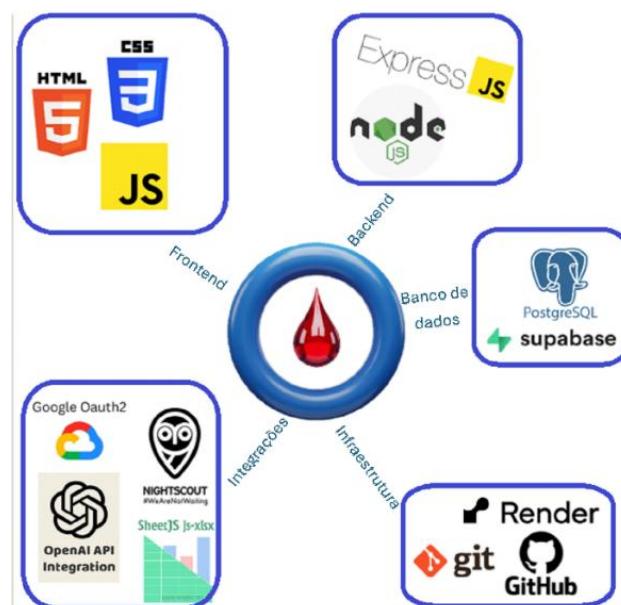
Após a definição das tecnologias, o aplicativo foi construído de maneira incremental, seguindo uma estratégia de prototipação.

Inicialmente, desenvolveu-se a interface básica e o fluxo de *login*. Em seguida, foram implementados o cadastro da anamnese e a integração com o Supabase. Na etapa seguinte, introduziram-se as rotas para análise de refeições com inteligência artificial, tanto por texto quanto por imagem, bem como o cálculo de doses

de insulina. Na fase final, foram adicionados o histórico de refeições, a exportação em XLSX, a integração com Nightscout e a configuração como PWA, incluindo funcionamento *offline*.

A hospedagem do MinhaDose foi realizada no Render.com, plataforma do tipo *Platform as a Service (PaaS)* que oferece suporte nativo a aplicações em Node.js. Essa escolha ocorreu devido à facilidade de integração com o GitHub, permitindo que a cada atualização do repositório o processo de *build* e *deploy* seja automatizado. Além disso, o Render disponibiliza certificado SSL/TLS automático, requisito indispensável para o funcionamento do PWA e para a proteção dos dados trafegados entre cliente e servidor. A Figura 5 mostra a integração das tecnologias aplicas no projeto.

**Figura 5 – Integração de Tecnologias**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

No projeto, o Render foi configurado para executar o servidor Node.js responsável tanto pela API (Express) quanto pela disponibilização dos arquivos estáticos do PWA. As variáveis de ambiente sensíveis, como chaves do Supabase, OpenAI e credenciais do Nightscout, foram definidas diretamente no painel do Render, evitando que ficassem expostas no código-fonte. Essa abordagem garante maior segurança e mantém o princípio de separação entre lógica de negócio e infraestrutura.

A escolha do Render também se mostrou adequada para o escopo acadêmico do MinhaDose por oferecer baixo custo, escala gradual e logs integrados, que facilitam o monitoramento do funcionamento da aplicação e o diagnóstico de falhas. Dessa forma, a hospedagem complementa a arquitetura do aplicativo ao fornecer um ambiente confiável, seguro e de fácil manutenção, alinhado aos objetivos do projeto.

Desta forma, o resultado desse projeto é um protótipo funcional, capaz de realizar todas as operações propostas inicialmente: autenticação via Google, preenchimento da anamnese, registro de refeições, análise nutricional com

Inteligência Artificial (IA), integração com glicemias externas, cálculo de doses de insulina, armazenamento e exportação de histórico, além de oferecer portabilidade por meio de uma arquitetura web responsiva e multiplataforma.

#### 4.1 Apresentação do aplicativo

Esta seção apresenta as principais telas do MinhaDose, com o objetivo de demonstrar suas funcionalidades e a experiência oferecida ao usuário. Cada figura está acompanhada de uma breve descrição, destacando o papel da interface no fluxo do aplicativo.

A instalação do MinhaDose como *Progressive Web App* (PWA) é ilustrada na Figura 7, onde o ícone aparece na tela inicial do dispositivo Android. Esse recurso reforça a usabilidade multiplataforma, permitindo que o aplicativo seja acessado de forma semelhante a um app nativo.

O acesso ao aplicativo ocorre pela Tela de *Login* (Figura 8), onde o usuário realiza autenticação via Google OAuth 2.0, garantindo praticidade e segurança. Em seguida, a Escolha do Perfil Google (Figura 9) possibilita selecionar a conta desejada para vincular ao aplicativo. Após a autenticação, o paciente é direcionado ao Cadastro da Anamnese (Figura 10), etapa em que registra informações clínicas essenciais, como razão insulina/carboidrato, fator de sensibilidade, alvo glicêmico e insulinas utilizadas.

Na sequência, o aplicativo apresenta o Chat de Refeição (Figura 11), interface que possibilita ao usuário inserir a refeição em texto ou imagem para análise nutricional pela API da OpenAI. O resultado desse processamento é exibido na Tela de Cálculo da Dose (Figura 12), que apresenta de forma detalhada os valores de carboidratos, proteínas e gorduras estimados, além da dose final de insulina recomendada. Todas as informações ficam registradas no Histórico de Refeições (Figura 13), recurso que organiza os dados por período e permite exportação em planilha XLSX, facilitando o acompanhamento multiprofissional.

O aplicativo também inclui seções complementares de apoio. O Manual do Aplicativo (Figura 14) reúne instruções práticas sobre o uso das principais funcionalidades, auxiliando novos usuários na adaptação ao aplicativo. Já os Termos de Utilização e Privacidade (Figura 15) asseguram transparência sobre o uso e armazenamento das informações, em conformidade com a LGPD, reforçando o compromisso com a proteção dos dados do paciente.

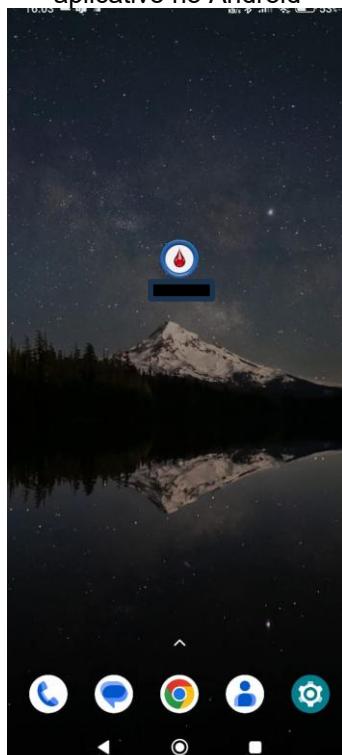
O aplicativo já se encontra disponível para utilização no endereço: <https://MinhaDose.onrender.com/> ou QrCode indicado na figura 6

**Figura 6 – QrCode para Acessar o Aplicativo**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Figura 7 – Instalação do aplicativo no Android**



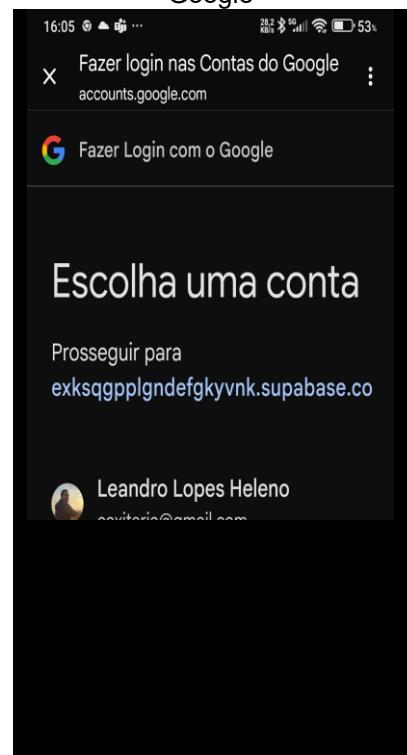
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Figura 8 – Tela de Login**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

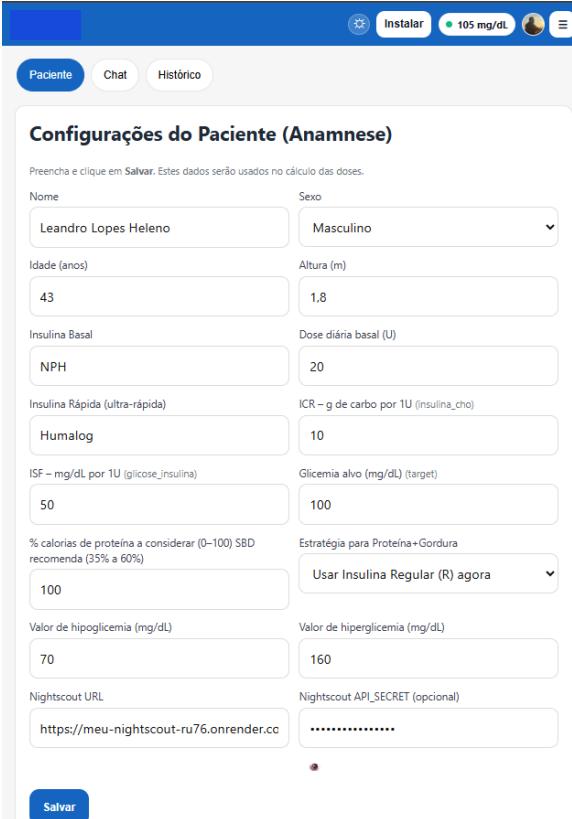
**Figura 9 – Escolha do Perfil Google**

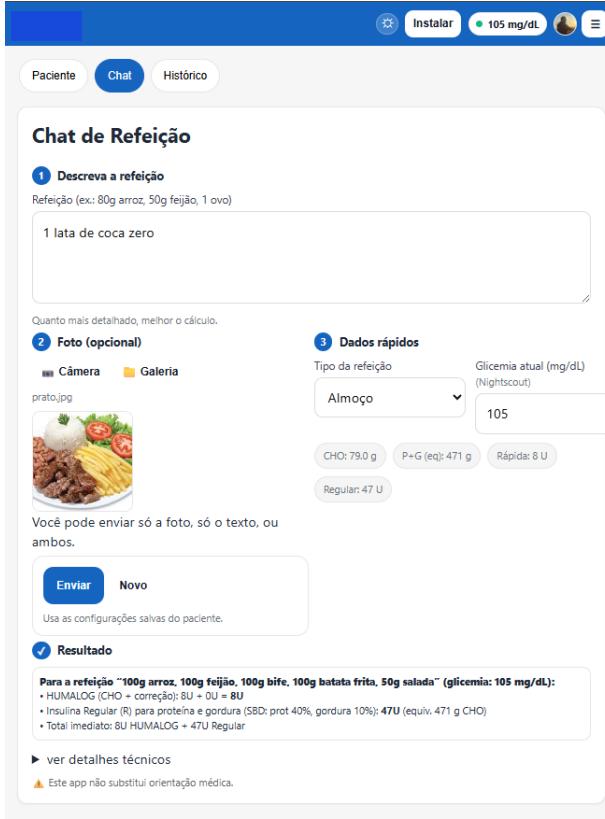


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Figura 10 – Cadastro da Anamnese do Paciente**

**Figura 11 – Chat de Refeição para Cálculo da Insulina**





**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Figura 12 – Detalhes Técnicos da Dose**

Para a refeição "100g arroz, 100g feijão, 100g bife, 100g batata frita, 50g salada" (glicemia: 105 mg/dL):

- HUMALOG CHO + correção: 8U + 0U = 8U
- Insulina Regular (R) para proteína e gordura (SBD: prot 40%; gordura 10%): 47U (equiv. 471 g CHO)
- Total imediato: 8U HUMALOG + 47U Regular

ver detalhes técnicos

**Refeição informada**

Alimento	Quantidade	CHO	kcal approx	Proteína	Gordura
Arroz branco	100g	28g	~130 kcal	3g	0g
Feijão	100g	14g	~90 kcal	6g	0g
Carne (bife)	100g	0g	~250 kcal	26g	20g
Batata frita	100g	35g	~300 kcal	3g	15g
Salada (alface e tomate)	50g	2g	~10 kcal	1g	0g

**Totais**

- Carboidratos:  $28 + 14 + 0 + 35 + 2 = 79$  g CHO
- Proteínas:  $3 + 6 + 26 + 3 + 1 = 39$  g
- Gorduras:  $0 + 0 + 20 + 15 + 0 = 35$  g
- Proteínas + Gorduras (equivalente CHO):  
Proteína (39 g) x 4 = 156 g CHO  
Gordura (35 g) x 9 = 315 kcal/G  
Aporte 100% sobre (156 + 315) e depois + 10 = EQ\_PG 47.1 g CHO

**Insulina**

- Humalog (cho):  $79 + 10 = 7.9U \approx 8U$
- Correção (glicemia):  $(105 - 100) + 50 = 0.1U \approx 0U$
- Insulina R (proteína/gordura):  $47.1 + 10 = 4.71U \approx 5U$
- Total bolus:  $8 + 0 + 5 = 13U$

**Resumo da dose**

- Humalog R: 0 = 0 U
- Insulina R: 5 U
- Total bolus: 13U
- Calorias da refeição:  $\approx 830$  kcal

Este app não substitui orientação médica.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

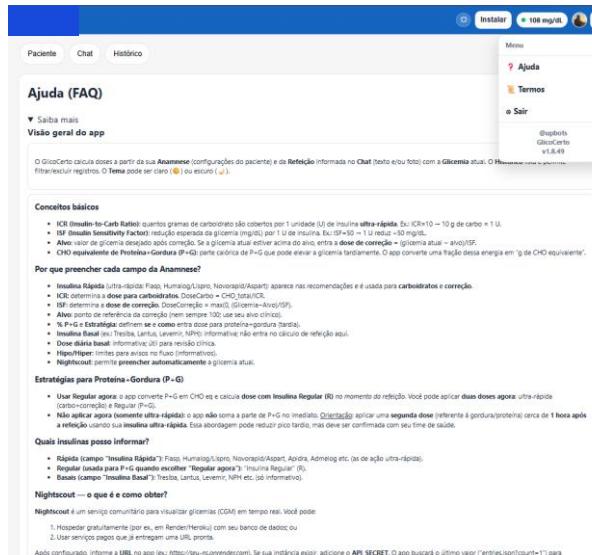
**Figura 13 – Histórico de Refeições / Exportação**

**Histórico de Refeições**

Coluna	Refeição	Glicemia	Alimento (descrição)	Total CHO (g)	Total gordura + proteína (CHO eq g)	Total Insulina A (rápida)	Total Insulina B (Regular)	Foto	Ações
19/09/2025, 14:49:49	ALMOÇO	105	100g arroz, 100g feijão, 100g bife, 100g batata frita, 50g salada	79.0	471.0	8.0	47.0		
19/09/2025, 13:02:11	ALMOÇO	93	100g arroz integral, 150g frango frito, 50g salada de repolho, 100g feijão preto	42.0	362.0	4.0	36.0		
19/09/2025, 00:51:52	OUTRO	136	100g arroz, 150g frango, 100g salada, 50g limão	35.0	312.0	4.0	31.0		
18/09/2025, 19:15:49	OUTRO	191	100g arroz, 100g feijão, 100g carne moída, 2 ovos, 100g salada	46.0	442.0	6.0	44.0		
18/09/2025, 19:42:29	OUTRO	187	100g arroz, 100g feijão, 100g frango, 100g salada	44.0	191.0	6.0	19.0		
18/09/2025, 19:22:41	OUTRO	178	100g arroz, 150g bife, 100g salada, 10g limão	34.0	312.0	5.0	31.0		

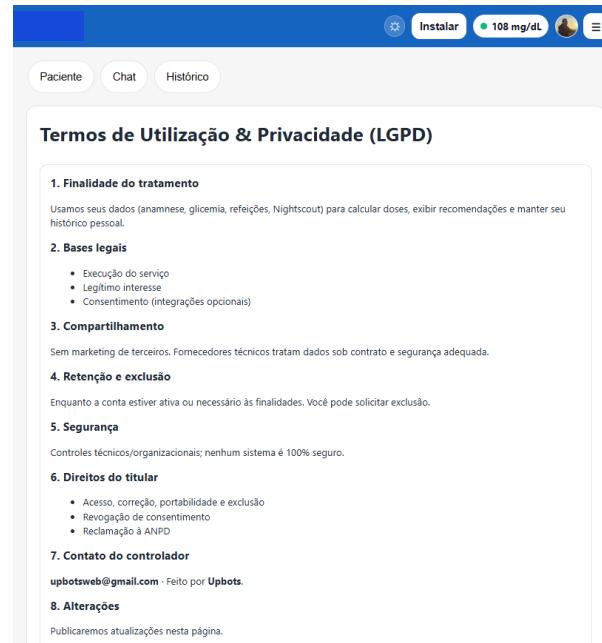
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Figura 14 – Manual do Aplicativo**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

**Figura 15 – Manual do Aplicativo**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

## 5 Proteção e Gestão Segura de Dados

A segurança da informação constituiu um pilar central no desenvolvimento do MinhaDose, considerando-se a natureza sensível dos dados de saúde manipulados pelo aplicativo. Desde a fase de concepção, buscou-se adotar medidas que assegurassem a confidencialidade, integridade e disponibilidade das informações, em conformidade tanto com as boas práticas de engenharia de software quanto com as exigências legais estabelecidas pela Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

O acesso ao aplicativo ocorre exclusivamente por meio do protocolo Google OAuth 2.0, integrado ao Supabase. Essa estratégia elimina a necessidade de gerenciamento próprio de senhas e reduz a superfície de ataque, permitindo que apenas dados essenciais do perfil como nome, e-mail e identificador único sejam utilizados. Após a autenticação, é gerado um *JSON Web Token* (JWT) que acompanha todas as requisições subsequentes às APIs e cuja validade é verificada no *backend* antes de qualquer operação, garantindo que apenas usuários autenticados possam interagir com os recursos do aplicativo.

No que se refere ao armazenamento, o banco de dados PostgreSQL, provido pelo Supabase, é protegido por políticas de *Row-Level Security* (RLS), assegurando que cada usuário visualize apenas os seus próprios registros. Entre as informações armazenadas destacam-se os parâmetros clínicos configurados pelo próprio paciente (razão insulina/carboidrato, fator de sensibilidade, alvo glicêmico, tipos de insulina e integrações opcionais) e os registros de refeições com nutrientes, glicemias e doses calculadas. Importante salientar que não há armazenamento de senhas, e que dados sensíveis como *tokens*, chaves de API e segredos de integração externa são configurados exclusivamente como variáveis de ambiente no Render.com, não sendo jamais expostos no código-fonte.

A comunicação entre cliente e servidor ocorre integralmente via HTTPS, com certificados TLS fornecidos pelo Render.com, assegurando criptografia ponta a ponta e proteção contra ataques de interceptação. Essa camada de segurança atende também ao requisito para a utilização de *Service Workers* no PWA.

Além disso, foram incorporadas práticas de minimização de dados, de modo que apenas informações estritamente necessárias ao funcionamento do aplicativo são coletadas e mantidas. O aplicativo não retém dados adicionais da conta Google nem informações de dispositivos, localização ou histórico do usuário, preservando a privacidade. Integrações externas, como a realizada com o Nightscout, são opcionais e dependem exclusivamente da configuração do próprio paciente.

Para garantir resiliência, o MinhaDose mantém registros técnicos de requisições e erros apenas no ambiente do servidor, sem incluir dados clínicos em texto puro. Esses *logs* permitem rastreabilidade e suporte à manutenção sem comprometer a privacidade. Adicionalmente, foram implementados mecanismos de *timeout* e *fallback* que evitam indisponibilidade em caso de falha em APIs externas, reforçando a continuidade do serviço.

Com a combinação de autenticação delegada, uso de *tokens* de sessão, políticas de segurança em banco de dados, criptografia de tráfego, minimização de dados e mecanismos de resiliência, o MinhaDose estabelece um conjunto robusto de medidas de proteção. Esse arranjo garante que os usuários tenham controle sobre suas informações pessoais, utilizando o aplicativo de forma segura e confiável, em conformidade com os requisitos técnicos e legais aplicáveis ao tratamento de dados em saúde.

## 6 Resultados e discussões

A versão desenvolvida do MinhaDose atingiu plenamente os objetivos definidos no planejamento, entregando um protótipo funcional capaz de executar todas as operações previstas no projeto. Após a autenticação, o paciente pode preencher sua anamnese digital, registrando parâmetros essenciais como razão insulina/carboidrato (ICR), fator de sensibilidade (ISF), alvo glicêmico e insulinas utilizadas.

O núcleo do aplicativo, voltado ao registro e cálculo de refeições, foi implementado com duas modalidades: entrada por texto e entrada por imagem. Em ambas, a API da OpenAI realiza a análise nutricional, retornando estimativas de carboidratos, proteínas e gorduras, que são convertidas em doses de insulina rápida e regular conforme os parâmetros clínicos informados pelo usuário. Como diferencial, o aplicativo contempla o cálculo para proteínas e gorduras, algo geralmente ausente em soluções comerciais que focam exclusivamente nos carboidratos.

Outro resultado relevante foi a integração opcional com o Nightscout, que possibilita a leitura automática da glicemia mais recente do paciente. Essa funcionalidade complementa a experiência ao reduzir a necessidade de digitação manual e aumenta a confiabilidade dos cálculos de dose.

O histórico de refeições, acessível diretamente na interface, permite consultas por período e tipo de refeição, além da exportação em XLSX via SheetJS, recurso projetado para facilitar o acompanhamento multiprofissional.

Do ponto de vista técnico, destaca-se ainda a implementação de medidas de segurança como autenticação delegada, criptografia via HTTPS e políticas de *Row-Level Security* (RLS) no PostgreSQL. A versão atual, registrada como estável, consolidou oito incrementos de funcionalidades e onze ajustes finos, estabelecendo um protótipo maduro para apresentação acadêmica.

Embora o MinhaDose esteja em fase de protótipo acadêmico e ainda não tenha sido disponibilizado ao público em geral, é possível projetar impactos relevantes em sua aplicação prática. Entre os principais diferenciais destacam-se:

**Apoio ao autocuidado:** o aplicativo oferece cálculo de insulina mais completo, incorporando proteínas e gorduras, o que pode levar a maior precisão no controle glicêmico.

**Adoção facilitada:** a possibilidade de registrar refeições com poucos cliques, seja por texto ou imagem, diminui a carga cognitiva e o tempo gasto em cálculos, reduzindo uma das principais barreiras para adesão.

**Integração com tecnologias já utilizadas pela comunidade:** a compatibilidade com o Nightscout potencializa a aceitação por parte de usuários que já utilizam monitoramento contínuo de glicose.

**Compartilhamento de informações:** a exportação estruturada em planilhas amplia a interação com profissionais de saúde, podendo favorecer ajustes mais assertivos no tratamento.

**Portabilidade e acessibilidade:** por ser um PWA, o aplicativo elimina dependência de lojas de apps, amplia o alcance em diferentes plataformas e se adapta a diferentes contextos de uso, segundo critérios de IHC. Outro aspecto de portabilidade diz respeito às integrações externas. O uso do Supabase para autenticação e banco de dados, do Nightscout para leitura de glicemias e da API da OpenAI para análise nutricional foram implementados de forma desacoplada, permitindo que essas integrações possam ser substituídas futuramente por serviços equivalentes sem comprometer a arquitetura central do aplicativo.

Em perspectiva, a aplicação tem potencial de contribuir para a melhora na adesão ao tratamento, redução de erros de cálculo de dose, maior autonomia do paciente e, consequentemente, impacto positivo na qualidade de vida de pessoas com DM1.

## 7 Trabalhos Futuros

Embora o protótipo desenvolvido atenda aos objetivos iniciais do projeto, o MinhaDose apresenta grande potencial de expansão e aprimoramento. Algumas propostas de evolução já foram identificadas e podem nortear trabalhos futuros, tanto em pesquisas acadêmicas quanto em iniciativas de desenvolvimento prático, como:

- **Interação social e engajamento comunitário:** onde os usuários possam compartilhar refeições, registrar estratégias pessoais e interagir com comentários. Essa funcionalidade possibilitaria a troca de experiências entre pacientes, fortalecendo a sensação de pertencimento. Além disso, poderia servir como base de dados colaborativa para novos aprendizados coletivos sobre hábitos alimentares e controle glicêmico.

**Inclusão de novas variáveis no cálculo:** Atualmente, o sistema considera carboidratos, proteínas, gorduras e glicemia. Futuras versões podem ampliar esse modelo com variáveis como ingestão de água (hidratação e metabolismo da glicose), temperatura ambiente (necessidades energéticas), exercício físico (doses diferenciadas antes, durante e após), humor e estresse (sensibilidade à insulina) e dose em atividade (ajuste em tempo real). Essa evolução tornaria o aplicativo mais completo e aderente à complexidade do manejo diário do DM.

- **Gamificação:** para aumentar a motivação e a adesão: Selos e recompensas para usuários que registrarem alimentos com regularidade; Reconhecimento para quem mantiver glicemias controladas em determinado período; Desbloqueio de funcionalidades extras a partir da interação no feed social ou de metas atingidas. A gamificação pode transformar o uso cotidiano do aplicativo em uma experiência mais envolvente e recompensadora.

- **Relatórios e acompanhamento clínico:** pode ser expandida, contemplando: Gráficos de glicemia por período; Estimativa de hemoglobina glicada a partir dos registros históricos; Comparativos por período de doses, refeições e níveis glicêmicos. Esses relatórios seriam úteis tanto para o paciente quanto para profissionais de saúde, apoiando decisões terapêuticas baseadas em dados.

- **Alertas e lembretes inteligentes:** incorporar sistemas de notificação, lembrando o usuário de realizar medições de glicemia, registrar refeições ou aplicar insulina em horários configuráveis. Essa função contribuiria para reduzir esquecimentos e melhorar a regularidade no autocuidado.

As propostas aqui apresentadas demonstram que o MinhaDose pode evoluir de um protótipo acadêmico para uma plataforma mais abrangente de suporte ao tratamento do DM1, combinando tecnologia, interação social, motivação e acompanhamento clínico. Esses trabalhos futuros não apenas ampliam o escopo funcional do aplicativo, como também reforçam sua relevância no apoio à adesão terapêutica e na promoção da qualidade de vida dos usuários.

## Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo propor e desenvolver o MinhaDose, um aplicativo móvel voltado ao apoio de pessoas com DM1 no cálculo de doses de insulina. O projeto partiu da constatação de que a maior parte dos aplicativos disponíveis no mercado concentra-se apenas na contagem de carboidratos, exigindo que o paciente realize manualmente cálculos adicionais para considerar proteínas, gorduras e correções pela glicemia.

O aplicativo desenvolvido atingiu os objetivos propostos, integrando tecnologias modernas como PWA, Supabase/PostgreSQL, Google OAuth, OpenAI API e Nightscout, além de ter sido concebido com foco em IHC. Os resultados mostraram que o aplicativo é capaz de reduzir de forma significativa a complexidade do processo de cálculo de insulina: enquanto o método manual pode demandar diversas etapas, o MinhaDose permite que o paciente chegue à dose final em apenas alguns passos simples.

A análise comparativa com aplicativos semelhantes do mercado, como FatSecret, mySugr e GlicOnline, evidenciou os diferenciais do MinhaDose, sobretudo na automação do cálculo, na redução da carga cognitiva do usuário e na integração

de múltiplas variáveis. A portabilidade, a exportação de relatórios e os mecanismos de segurança implementados também se mostraram pontos fortes da solução.

Conclui-se, portanto, que o MinhaDose representa uma contribuição inovadora para o apoio ao autocuidado de pessoas com DM1. Ao simplificar uma tarefa cotidiana, mas complexa e propensa a erros, o aplicativo tem potencial para aumentar a adesão ao tratamento e, consequentemente, impactar positivamente a qualidade de vida dos usuários.

## Referências

ALMEIDA, Thaís et al. Recursos de aplicativos móveis para autocuidado e autogerenciamento do Diabetes Mellitus tipo 1: revisão integrativa. *Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online*, v. 13, p. 1374-1380, 2021. DOI: 10.9789/2175-5361.rpcfo.v13.10020.

CAMPOS, A. L. N. **Modelagem de processos com BPMN**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2014. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>.

CORRÊA, Andréa et al. Importância do tratamento intensivo, autocontrole e apoio familiar no manejo do diabetes tipo 1 na adolescência. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 10, n. 2, p. 2851-2855, 2024.

EXPRESS. Express.js Documentation. 2025. Disponível em: <https://expressjs.com/>.

FREIRE, Gabriela et al. Qualidade de vida e autocuidado em adolescentes com diabetes mellitus tipo 1. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 5, p. 45122-45139, 2023.

GOOGLE. Google Identity Platform – OAuth 2.0. 2025. Disponível em: <https://developers.google.com/identity/protocols/oauth2>.

GUEDES, Gilleanes T. A. *UML 2: Uma Abordagem Prática*. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2009. *E-book*. p. 1-42 Disponível em: <https://s3.novatec.com.br/capitulos/capitulo-9788575222812.pdf>.

IDF INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. *Diabetes Atlas*. 10. ed. Brussels: IDF, 2021. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/>.

IETF. The OAuth 2.0 Authorization Framework. RFC 6749. 2012. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6749>.

LEE, R. C.; TEPFENHART, W. M. **UML e C++**: guia prático de desenvolvimento orientado a objeto. São Paulo: Pearson, 2001. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>.

MÜLLER, Fernanda et al. Diabetes Mellitus tipo 1: principais complicações. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 9, n. 5, p. 187-199, 2024.

MUSSE, Tayná Neif Moreira. Tecnologias digitais no tratamento do diabetes mellitus tipo 1 em um serviço terciário público – um estudo prospectivo. 2024. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina de Botucatu, Botucatu, 2024.

NIGHTSCOUT. Nightscout Documentation. 2025. Disponível em: <https://nightscout.github.io/>.

NOVELINO, Kalina Massi. Software interativo para prevenção e manejo de hipoglicemias em pessoas com diabetes usuárias de insulinas (PrevGlico). 2024. Relatório técnico-científico (Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas em Saúde) – Universidade de Vassouras, Vassouras, 2024.

OPENAI. OpenAI API Documentation. 2025. Disponível em: <https://platform.openai.com/docs>.

POSTGRESQL. PostgreSQL Documentation. 2024. Disponível em: <https://www.postgresql.org/docs/>.

RIBEIRO, Maria et al. Diário eletrônico para o controle de ingestão de carboidratos. Revista Interdisciplinar Ciências Médicas, v. 8, n. 1, p. 33-45, 2024.

ROBERTO. (n.d.). *Manual de Contagem de Carboidratos*. Sociedade Brasileira de Diabetes. Retrieved 2025, from <https://diabetes.org.br/e-book/manual-de-contagem-de-carboidratos/>

SHEETJS. SheetJS Documentation. 2025. Disponível em: <https://docs.sheetjs.com/>.

SILVA, Daniela Paulo da. Taxa de mortalidade hospitalar por diabetes mellitus no Brasil (2012–2022). 2023. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2023.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>.

SOUZA, A. C. M.; et al. Análise de estudo de comparação entre dieta cetogênica e a contagem de carboidratos em DM1. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 7, 2024.

SUPABASE. Supabase Documentation. 2025. Disponível em: <https://supabase.com/docs>.

VALE, T. R. Diabetes Mellitus: um problema de saúde. *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v. 12, n. 41, p. 779–783, 2018.

VAZ, Eliege Vaz et al. Revisão sistemática da efetividade e segurança da contagem de carboidratos no tratamento do diabetes mellitus tipo 1. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, v. 30, n. 1, p. 12-19, 2015.

---

W3C. Service Workers – Nightly Draft. 2019. Disponível em:  
<https://www.w3.org/TR/service-workers/>