



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS - ADS

Cauã Wesly Silva Rocha

CHATBOT BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA SUGESTÃO
PERSONALIZADA DE TREINOS FÍSICOS VIA WHATSAPP

PARNAÍBA – PIAUÍ

2026

Cauã Wesly Silva Rocha

CHATBOT BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA SUGESTÃO
PERSONALIZADA DE TREINOS FÍSICOS VIA WHATSAPP

Trabalho de Conclusão de Curso (Relatório Técnico de Software) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba.

Orientador(a): Prof. Me. Antonio Santos de Sousa.

PARNAÍBA - PIAUÍ

2026

Cauã Wesly Silva Rocha

CHATBOT BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA SUGESTÃO
PERSONALIZADA DE TREINOS FÍSICOS VIA WHATSAPP

Trabalho de Conclusão de Curso (Relatório Técnico de Software) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba.

Aprovada em: 17/06/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Antonio Santos de Sousa (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Valmir Oliveira Silvino
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Evandro José dos Santos Diniz
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Rocha, Cauã Wesly Silva

R672c Chatbot baseado em inteligência artificial para sugestão personalizada de treinos físicos via Whatsapp / Cauã Wesly Silva Rocha. - 2026.
68 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba, 2026.

Orientador : Prof Me. Antonio Santos de Sousa.

1. Chatbot . 2. Inteligência artificial. 3. Atividade física. 4. WhatsApp. I. Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB CRB 3/1085

RESUMO

O sedentarismo atinge aproximadamente 47% dos adultos brasileiros, sendo agravado por desigualdades socioeconômicas que limitam o acesso a orientações personalizadas de atividade física. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um chatbot baseado em inteligência artificial integrado ao WhatsApp, capaz de sugerir treinos físicos personalizados a partir do perfil individual do usuário. A solução foi construída com N8N como orquestrador de fluxos, dois agentes especializados do Google Gemini 2.5 Flash — um Classificador de Perfil e um Personal Trainer —, banco de dados PostgreSQL 16 com 45 exercícios academicamente validados, WAHA como interface WhatsApp e Docker para containerização local. Os testes foram realizados pelo método de caixa preta com sete personas fictícias, cobrindo três níveis de intensidade, diferentes faixas etárias, objetivos distintos e variadas condições de saúde. Todas as execuções foram concluídas com sucesso, com tempo médio de 19,62 segundos e respeito integral às contraindicações informadas. Em três casos o nível de intensidade classificado divergiu do gabarito de forma contextualmente justificável, demonstrando que o sistema integra múltiplas variáveis do perfil. Os resultados indicam a viabilidade técnica de democratizar o acesso à orientação de atividade física por meio de ferramentas low-code e modelos de linguagem de grande porte, em alinhamento com o ODS 3 da Agenda 2030 da ONU.

Palavras-chave: chatbot; inteligência artificial; atividade física; WhatsApp; N8N; Google Gemini; saúde digital

ABSTRACT

Sedentary behavior affects approximately 47% of Brazilian adults, worsened by socioeconomic inequalities that limit access to personalized physical activity guidance. This paper presents the development of an artificial intelligence-based chatbot integrated with WhatsApp, capable of suggesting personalized workout plans based on individual user profiles. The solution was built with N8N as a conversational flow orchestrator, two specialized Google Gemini 2.5 Flash agents — a Profile Classifier and a Personal Trainer —, a PostgreSQL 16 database containing 45 academically validated exercises, WAHA as a WhatsApp interface, and Docker for local containerization. Testing was conducted using the black-box method with seven fictional personas, covering three intensity levels, different age groups, distinct physical goals, and varied health conditions. All executions were completed successfully, with an average response time of 19.62 seconds and full respect for all reported contraindications. In three cases the classified intensity level diverged from the expected outcome in a contextually justifiable way, demonstrating that the system integrates multiple profile variables. The results indicate the technical feasibility of democratizing access to physical activity guidance through low-code tools and large language models, in alignment with SDG 3 of the UN 2030 Agenda.

Keywords: chatbot; artificial intelligence; physical activity; WhatsApp; N8N; Google Gemini; digital health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Arquitetura do Sistema.....	16
Figura 2	Diagrama de Casos de Uso.....	30
Figura 3	Fluxograma do Sistema.....	31
Figura 4	Diagrama Entidade-Relacionamento – Tabela exercicios.....	32
Figura 5	Contagem de Exercícios do Banco de Dados.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Atributos da tabela de exercícios físicos.....	20
Quadro 2	Distribuição dos exercícios por nível de intensidade e referências.....	21
Quadro 3	Requisitos Funcionais do Sistema.....	26
Quadro 4	Requisitos Não-Funcionais do Sistema.....	28
Quadro 5	Personas definidas para validação do sistema.....	38
Quadro 6	Gabarito de validação por persona com resultados dos testes.....	39
Quadro 7	Configuração dos containers Docker.....	42
Quadro 8	Resultados dos testes por persona.....	45
Quadro 9	Problemas encontrados durante o desenvolvimento e soluções adotadas.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	Interface de Programação de Aplicações
CNS	Conselho Nacional de Saúde
IA	Inteligência Artificial
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
OAS	Especificação OpenAPI (OpenAPI Specification)
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PLN	Processamento de Linguagem Natural
RF	Requisito Funcional
RNF	Requisito Não-Funcional
SQL	Linguagem de Consulta Estruturada (Structured Query Language)
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
WAHA	WhatsApp HTTP API

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	12
1.2 Problemática	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 Organização do Trabalho	14
2 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS	16
2.1 N8N	16
2.2 Waha (WhatsApp HTTP API)	17
2.3 Google Gemini 2.5 Flash	18
2.4 PostgreSQL 16 e Base de Exercícios	19
2.5 JavaScript	23
2.6 Docker	25
3 MODELAGEM DO SISTEMA	27
3.1 Levantamento de Requisitos	27
3.1.1 Requisitos Funcionais	27
3.1.2 Requisitos Não-Funcionais	29
3.1.3 Conformidade com a LGPD	30
3.2 Arquitetura do Sistema	30
3.2.1 Diagrama de Casos de Uso	30
3.2.2 Fluxograma do Sistema	31
3.2.3 Diagrama Entidade-Relacionamento	33
3.2.4 Especificação dos Agentes de Inteligência Artificial	34
3.2.4.1 Agente Classificador de Perfil	35

3.2.4.2 Query SQL — Nó "Buscar Exercícios pela Classificação".....	36
3.2.4.3 Agente Personal Trainer	36
3.3 Definição de Personas para Validação	39
3.4 Gabarito de Validação	41
3.5 Interface.....	42
4 SOFTWARE	43
4.1 Implantação	43
4.1.1 Requisitos do Ambiente.....	43
4.1.2 Configuração dos Containers Docker	43
4.1.3 População do Banco de Dados	45
4.2 Testes.....	46
4.2.1 Resultados.....	46
4.2.2 Análise dos Resultados	47
4.3 Problemas Encontrados e Soluções	49
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A — CAPTURAS DE TELA DAS EXECUÇÕES DO FLUXO N8N POR PERSONA.....	56
APÊNDICE B — CAPTURAS DE TELA DA INTERFACE DO SISTEMA NO WHATSAPP.....	60

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a saúde pública e o bem-estar da população tem impulsionado o desenvolvimento de soluções tecnológicas que democratizem o acesso à prática orientada de exercícios físicos. Neste contexto, a inteligência artificial (IA) emerge como ferramenta promissora para a personalização de sugestões, possibilitando adaptações às características individuais de cada usuário (ALMEIDA et al., 2025). A convergência entre avanços em modelos de linguagem, plataformas de automação low-code e aplicativos de mensageria amplamente difundidos abre uma janela de oportunidade inédita para o desenvolvimento de sistemas de saúde digital acessíveis e escaláveis.

O sedentarismo configura-se como um dos principais desafios de saúde pública no Brasil contemporâneo. Dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2022) indicam que aproximadamente 47% dos adultos brasileiros não atingem os níveis mínimos de atividade física recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Esse quadro é agravado por determinantes socioeconômicos: Malta et al. (2022) evidenciam maior prevalência de inatividade entre populações de menor renda e escolaridade. Faria et al. (2022) demonstram, ainda, que a pandemia de COVID-19 aprofundou significativamente esse cenário entre 2019 e 2021, ampliando a iniquidade no acesso à prática regular de exercícios físicos.

A OMS recomenda a atividade física regular como componente fundamental de um estilo de vida saudável, destacando que "todo movimento conta" e que mesmo esforços moderados e adaptados à realidade de cada indivíduo geram benefícios significativos (OMS, 2020). Tal perspectiva fundamenta a necessidade de soluções tecnológicas que ampliem o alcance dessas orientações, especialmente para populações com acesso limitado a profissionais de Educação Física.

Nesse cenário, o WhatsApp apresenta-se como plataforma estratégica para a veiculação de intervenções em saúde digital. Segundo pesquisa da Opinion Box (2024), o aplicativo é utilizado por 147 milhões de pessoas no Brasil, correspondendo a 99% dos brasileiros online. Essa ubiquidade elimina barreiras de adoção tecnológica, uma vez que dispensa a instalação de novos aplicativos e aproveita a familiaridade já consolidada dos usuários com a plataforma.

1.1 Justificativa

A inovação tecnológica proposta neste trabalho responde ao cenário de inatividade física por meio da convergência de três fatores fundamentais: o amadurecimento de modelos de IA capazes de processar linguagem natural e gerar sugestões contextualizadas (ALMEIDA et al., 2025); a crescente adoção de plataformas low-code como o N8N, que democratizam o desenvolvimento de sistemas complexos (N8N, 2024); e a penetração massiva do WhatsApp como canal de comunicação (OPINION BOX, 2024). A combinação desses fatores viabiliza uma solução tecnicamente acessível, economicamente sustentável e socialmente relevante.

Do ponto de vista científico, estudos recentes corroboram o potencial dos agentes conversacionais para estimular a prática de atividades físicas e fornecer sugestões precisas (LUO et al., 2021; ZALESKI et al., 2024). Araújo et al. (2023) ressaltam que a humanização de chatbots na área da saúde contribui para a satisfação e fidelização dos usuários no contexto da saúde digital, aspecto crucial para a promoção de orientações de saúde. Cardoso et al. (2024) avaliam que chatbots na telemedicina têm demonstrado eficiência significativa especialmente quando combinam tecnologia de ponta com abordagem centrada no usuário.

Do ponto de vista ético e profissional, é fundamental esclarecer que o sistema desenvolvido não visa substituir o profissional de Educação Física, mas atuar como ferramenta complementar que amplia o alcance de suas orientações. Conforme alertam Encarnação (2025) e Oliveira e Fraga (2021), sistemas de inteligência artificial na área da saúde devem respeitar princípios bioéticos e servir como apoio, nunca como substitutos da expertise humana. As sugestões geradas pelo sistema têm caráter informativo e educacional, sendo direcionadas ao estímulo à prática de atividades físicas e não à prescrição formal de treinos.

Do ponto de vista legal, o projeto foi concebido em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD — Lei nº 13.709/2018), garantindo o tratamento seguro e ético das informações dos usuários. A arquitetura adota o conceito de *privacy-by-design*, em que os dados coletados durante a interação são processados em memória volátil e descartados após a geração da sugestão personalizada, não sendo persistidos permanentemente no banco de dados (BRASIL,

2018).

Sob a perspectiva social, o projeto alinha-se diretamente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 (ODS 3) da Organização das Nações Unidas, que estabelece como meta "assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades" (ONU, 2023). O sistema proposto representa uma contribuição concreta para a democratização do acesso a orientações básicas de atividade física, atendendo especialmente populações com dificuldade de acesso a profissionais especializados.

1.2 Problemática

O acesso a orientações personalizadas e seguras sobre a prática de exercícios físicos ainda é restrito para grande parcela da população brasileira. Profissionais de Educação Física atendem, predominantemente, usuários inseridos em academias ou programas formais de treinamento, o que exclui populações de menor renda e regiões com menor infraestrutura de saúde. Ao mesmo tempo, ferramentas digitais generalizadas disponíveis no mercado frequentemente carecem de personalização adequada às características e limitações individuais dos usuários, comprometendo a segurança e a eficácia das sugestões.

Nesse contexto, orientou o desenvolvimento deste trabalho o seguinte problema: um chatbot baseado em inteligência artificial, integrado ao WhatsApp, é capaz de gerar sugestões de treinos fisicamente adequadas, seguras e coerentes com perfis simulados de usuários? A hipótese que norteou o projeto é de que a combinação de modelos de linguagem avançados, banco de dados de exercícios validados cientificamente e uma arquitetura de orquestração low-code permite a geração de sugestões personalizadas que respeitam as características e limitações individuais dos usuários, contribuindo para a promoção da saúde e do bem-estar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um chatbot com inteligência artificial, integrado ao

WhatsApp, capaz de sugerir treinos físicos personalizados com base nas características individuais dos usuários, promovendo saúde e bem-estar de forma acessível e democratizada.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma arquitetura de sistema integrada utilizando N8N, JavaScript, WAHA (WhatsApp HTTP API), Google Gemini e PostgreSQL para orquestração de fluxos conversacionais inteligentes;
- Implementar mecanismos de personalização de treinos físicos baseados em inteligência artificial, considerando o princípio da individualidade biológica e as características individuais dos usuários;
- Estruturar um banco de dados de exercícios físicos extraídos da literatura científica, garantindo segurança e conformidade com as diretrizes da OMS e com a LGPD;
- Realizar testes funcionais e de desempenho em ambiente simulado, utilizando personas fictícias e métricas objetivas, para validar a correção das sugestões geradas, o respeito às contraindicações individuais e o atendimento aos requisitos não-funcionais de tempo de resposta e conformidade com a LGPD.

1.4 Organização do Trabalho

O presente relatório técnico está organizado em cinco seções principais. A Seção 1 (Introdução) contextualiza o problema do sedentarismo no Brasil, apresenta a justificativa da solução proposta, delimita a problemática de pesquisa e enuncia os objetivos geral e específicos do trabalho.

A Seção 2 (Tecnologias Envolvidas) descreve cada componente do stack tecnológico adotado — N8N, WAHA (WhatsApp HTTP API), Google Gemini 2.5 Flash, PostgreSQL 16, JavaScript e Docker —, detalhando o papel de cada tecnologia na arquitetura da solução e as justificativas técnicas que orientaram sua escolha.

A Seção 3 (Modelagem do Sistema) apresenta o levantamento de requisitos funcionais e não-funcionais, a arquitetura do sistema por meio de diagramas de casos

de uso, fluxograma e entidade-relacionamento, a especificação completa dos dois agentes de inteligência artificial, a definição das personas utilizadas na validação, o gabarito de validação com os resultados obtidos e o registro da interface conversacional.

A Seção 4 (Software) descreve os procedimentos de implantação do sistema em ambiente local com containers Docker, os testes realizados pelo método de caixa preta com as sete personas, a análise dos resultados e os problemas técnicos encontrados durante o desenvolvimento com as respectivas soluções adotadas.

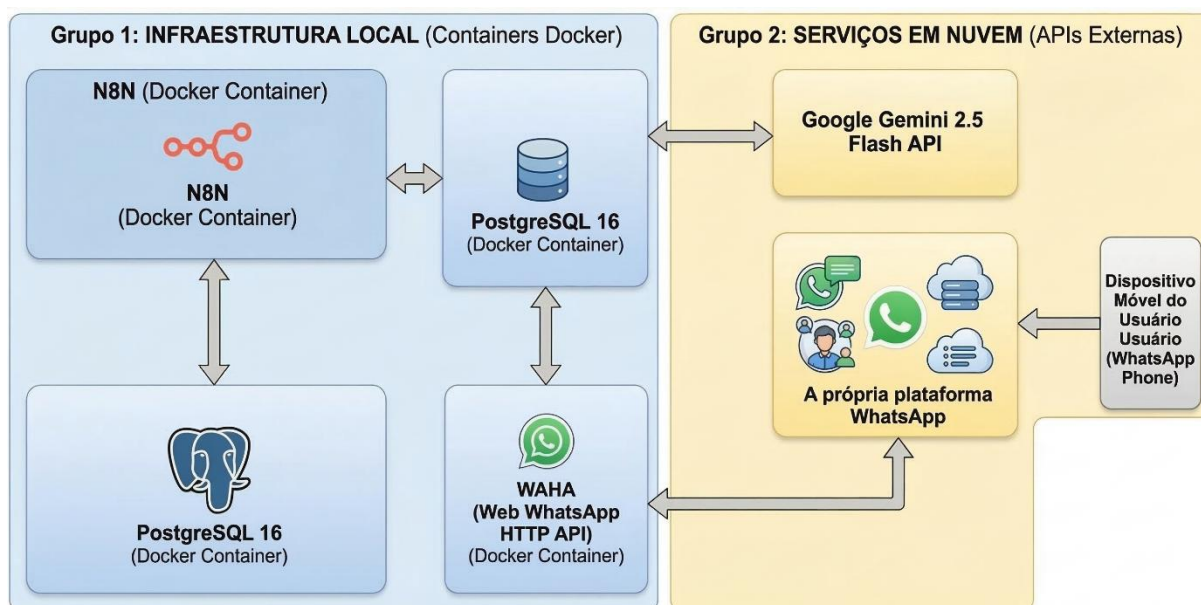
Por fim, a Seção 5 apresenta as Considerações Finais, discutindo as contribuições do trabalho, suas limitações e as perspectivas para trabalhos futuros. O documento é complementado pelas Referências bibliográficas e por dois Apêndices: o Apêndice A reúne as capturas de tela das execuções do fluxo N8N para cada persona, e o Apêndice B apresenta as capturas de tela da interface do chatbot no WhatsApp.

2 TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

Esta seção apresenta as tecnologias que compõem a solução desenvolvida, descrevendo o papel de cada uma no sistema e as justificativas técnicas que orientaram sua adoção. O stack tecnológico foi definido com base em três critérios centrais: custo zero de licenciamento, compatibilidade com o ambiente de desenvolvimento local e viabilidade de integração entre os componentes.

A infraestrutura do projeto divide-se em dois grupos: serviços executados localmente em containers Docker via *docker run* — N8N, PostgreSQL 16 e WAHA —, e serviços externos consumidos remotamente por meio de APIs gratuitas em nuvem — Google Gemini 2.5 Flash e a própria plataforma WhatsApp. Essa combinação, conforme ilustrada na figura 1, permitiu manter controle total sobre os dados e a lógica de orquestração, sem gerar custos de hospedagem ou dependência de infraestrutura paga.

Figura 1 – Arquitetura do Sistema



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

2.1 N8N

O N8N é uma plataforma de automação de fluxos de trabalho (workflow automation) de código aberto e arquitetura low-code, que permite a criação de

integrações complexas entre sistemas por meio de uma interface visual baseada em nós (N8N, 2024). Na versão 2.8.3, utilizada neste projeto, a plataforma oferece mais de 400 conectores nativos, incluindo integrações com bancos de dados relacionais, APIs REST e serviços de inteligência artificial.

No sistema desenvolvido, o N8N atuou como orquestrador central, sendo responsável por receber as mensagens enviadas pelo usuário via WhatsApp, coordenar as consultas ao banco de dados PostgreSQL, compor o contexto enviado à API do Google Gemini e devolver a resposta personalizada ao usuário. Todos os fluxos de decisão, validação e roteamento de mensagens foram implementados dentro da plataforma, sem necessidade de um servidor de aplicação externo.

A escolha do N8N em vez de um backend de aplicação convencional — como um servidor Flask (Python) ou Express (Node.js) — baseou-se em três critérios objetivos. Primeiro, a eliminação da necessidade de implementar manualmente toda a camada de roteamento HTTP, gerenciamento de estado e integração com APIs externas: o N8N oferece conectores nativos para PostgreSQL e requisições REST que cobriram as integrações do projeto sem código adicional. Segundo, a disponibilidade de nós de código (Code Node) que permitem a execução de lógica customizada em JavaScript, conferindo a mesma flexibilidade de um backend próprio nos pontos em que a interface visual era insuficiente. Terceiro, o custo zero de licenciamento na versão self-hosted, executada localmente via Docker, compatível com o critério RNF07.

2.2 Waha (WhatsApp HTTP API)

O WAHA (WhatsApp HTTP API) é uma solução de código aberto que disponibiliza uma interface HTTP para integração com o WhatsApp, permitindo o envio e o recebimento de mensagens por meio de requisições REST sem a necessidade de utilizar a API oficial da Meta (WAHA, 2024). Na versão 2026.1.5, com especificação OpenAPI 3.1 (OAS 3.1), o serviço é executado como um container Docker auto-hospedado e expõe endpoints padronizados e completamente documentados, compatíveis com a plataforma N8N. A adoção da especificação OAS 3.1 assegura que todos os contratos de requisição e resposta da API estejam formalmente descritos, facilitando a integração, a depuração dos fluxos conversacionais e a manutenção

futura do sistema.

A adoção do WAHA em substituição à WhatsApp Business Cloud API (Meta) foi motivada por instabilidades técnicas identificadas durante a fase de testes iniciais. A API oficial apresentou falhas recorrentes no envio de mensagens ao usuário, comprometendo a confiabilidade do fluxo conversacional em ambiente de desenvolvimento local. O WAHA demonstrou comportamento estável nas mesmas condições, viabilizando a continuidade do projeto sem prejuízo funcional e com o critério de custo zero (RNF07).

É importante registrar que o WAHA opera em uma camada não oficial de integração com o WhatsApp, o que implica limitações quanto ao uso em produção em larga escala e à conformidade com os termos de serviço da Meta. No contexto deste trabalho, delimitado à validação técnica em ambiente simulado com personas fictícias, essa restrição não representa impedimento ao alcance dos objetivos propostos.

2.3 Google Gemini 2.5 Flash

O Google Gemini 2.5 Flash é um modelo de linguagem de grande porte (LLM) desenvolvido pela Google, pertencente à família de modelos Gemini. Trata-se de uma variante otimizada para eficiência, com foco em baixa latência e alto volume de requisições, mantendo capacidade de compreensão contextual e geração de linguagem natural de alta qualidade (GOOGLE, 2025). O modelo é acessado por meio de API REST, disponível em camada gratuita com limite generoso de requisições mensais, o que se mostrou suficiente para o volume de interações previsto no escopo deste projeto.

Em relação às alternativas disponíveis, o Gemini 2.5 Flash foi preferido ao GPT-4o (OpenAI) e ao Claude 3.5 Sonnet (Anthropic) pelo critério de custo: ambas as alternativas operam exclusivamente em modelos pagos por token, sem camada gratuita compatível com o volume de testes do projeto, o que conflitaria com o RNF07. Em relação a modelos de código aberto executados localmente — como o Llama 3 (Meta) —, o Gemini foi preferido por eliminar a necessidade de infraestrutura local de GPU, inviável no ambiente de desenvolvimento utilizado, e por oferecer desempenho de geração de linguagem natural superior para o contexto de sugestão de saúde.

No sistema desenvolvido, o Gemini 2.5 Flash foi utilizado por meio de dois

agentes de IA independentes, cada um instanciado com sua própria configuração de instruções (*system message*), sua própria memória de sessão e seu próprio contexto de atuação. Essa arquitetura de múltiplos agentes especializados foi adotada em vez de um único agente generalista, pois permite isolar responsabilidades, reduzir a ambiguidade das instruções e aumentar a previsibilidade das respostas em cada etapa do fluxo conversacional.

O primeiro agente, denominado *Classificador de Perfil*, é responsável por receber as informações fornecidas pelo usuário — como idade, peso, altura, objetivo e limitações físicas — e determinar o nível de intensidade mais adequado ao seu perfil: leve, moderada ou vigorosa. Sua saída é estritamente controlada: o modelo é instruído a retornar apenas uma dessas três palavras em minúsculo, ou a palavra "erro" caso nenhuma informação válida seja fornecida. Essa restrição de saída garante que o resultado possa ser utilizado diretamente como parâmetro de filtragem na consulta SQL ao banco de dados PostgreSQL.

O segundo agente, denominado *Personal Trainer*, recebe como contexto a lista de exercícios pré-filtrados e formatados pelo Code Node e é responsável por selecionar entre 4 e 6 exercícios seguros para o perfil do usuário, descartar aqueles cujas contraindicações sejam incompatíveis com as limitações informadas, e montar o treino final organizado nas etapas de Aquecimento, Principal e Finalização, entregue em formato de texto adaptado ao WhatsApp. A lógica detalhada de operação de cada agente será apresentada na seção de Arquitetura do Sistema.

A estratégia de injeção de contexto adotada — em que apenas exercícios previamente validados e filtrados pelo nível de intensidade são fornecidos ao Personal Trainer — reduz significativamente o risco de "alucinações" da IA, pois o modelo opera como mecanismo de seleção e comunicação inteligente sobre um conjunto restrito de dados confiáveis, e não como gerador autônomo de conteúdo. Essa abordagem é consistente com as sugestões de Paixão et al. (2022) sobre o uso responsável de modelos de aprendizado de máquina em aplicações de saúde.

2.4 PostgreSQL 16 e Base de Exercícios

O PostgreSQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados objeto-relacional de código aberto, amplamente utilizado em aplicações que demandam

robustez, conformidade com o padrão SQL e suporte a tipos de dados complexos (POSTGRESQL, 2025). Neste projeto, foi utilizada a imagem Docker *pgvector/pgvector:pg16*, que corresponde ao PostgreSQL na versão 16 com a extensão *pgvector* disponível. O serviço foi executado localmente em container Docker, eliminando custos de hospedagem e garantindo controle total sobre os dados armazenados.

A escolha do PostgreSQL em vez de alternativas mais simples baseou-se em dois critérios principais. Em relação ao SQLite, o PostgreSQL foi preferido por suportar conexões concorrentes e o tipo de constraint CHECK utilizado para restringir os valores válidos do campo *nivel_intensidade* a exatamente três opções (leve, moderada, vigorosa), garantindo integridade dos dados na camada do banco. Em relação ao MongoDB e outros bancos orientados a documentos, o PostgreSQL foi preferido por se integrar nativamente ao conector de banco de dados do N8N sem configuração adicional, e por permitir a consulta SQL com operadores TRIM e ILIKE essenciais para o filtro robusto por nível de intensidade.

O banco de dados foi utilizado de forma relacional convencional, com consultas SQL para filtragem e recuperação de exercícios. A extensão *pgvector*, embora presente na imagem, não foi utilizada no sistema final. Durante o desenvolvimento, avaliou-se a possibilidade de armazenar embeddings vetoriais dos exercícios para realizar buscas por similaridade semântica — estratégia que reduziria a quantidade de tokens enviados à IA e potencialmente aprimoraria a relevância das sugestões. Contudo, a implementação apresentou complexidade técnica incompatível com o escopo e o prazo do projeto, sendo descartada em favor de uma abordagem mais direta: o filtro por nível de intensidade via SQL. O conjunto resultante é então injetado no contexto enviado ao Gemini, que realiza a seleção final e a composição da resposta em linguagem natural.

A estrutura do banco comporta duas tabelas principais. A tabela *exercicios* armazena o catálogo validado de exercícios físicos, e a tabela de sessões registra temporariamente o contexto conversacional do usuário durante a interação ativa. Em conformidade com os princípios da LGPD (BRASIL, 2018), os dados pessoais coletados não são persistidos permanentemente: após o encerramento da sessão, as informações são descartadas, implementando o conceito de *privacy-by-design* desde a concepção do sistema.

Cada exercício da tabela *exercicios* é catalogado com oito atributos, conforme descrito no Quadro 1:

Quadro 1 — Atributos da tabela de exercícios físicos

Atributo	Descrição	Exemplo
Id	Chave primária auto-incremental (SERIAL)	1
nome	Nome padronizado do exercício	Agachamento Livre
grupo_muscular	Musculo(s) primário(s) recrutado(s)	Pernas/Core
nivel_intensidade	Classificação: leve, moderada ou vigorosa	moderada
equipamentos	Materiais necessários para execução	Peso do corpo
link_video	URL demonstrativa no YouTube	youtube.com/...
contraindicacoes	Erros de execução e restrições clínicas	Valgo dinâmico; artrose severa
referencia_bibliografica	Fonte científica que embasou a inclusão	GOMES (2022)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A base de dados foi populada com 45 exercícios físicos validados, distribuídos igualmente entre os três níveis de intensidade — leve, moderada e vigorosa —, com 15 exercícios por nível. Essa distribuição foi planejada para garantir cobertura adequada de perfis com diferentes condicionamentos físicos, desde usuários sedentários com comorbidades até praticantes ativos sem restrições. Os exercícios foram selecionados com base em 16 referências acadêmicas e documentos de diretrizes de saúde reconhecidos internacionalmente, incluindo publicações do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), diretrizes da OMS (OMS, 2022), do American College of Sports Medicine (ACSM, 2022) e artigos indexados nas bases SciELO e

outras. O Quadro 2 apresenta a distribuição por nível de intensidade e as respectivas referências utilizadas:

Quadro 2 — Distribuição dos exercícios por nível de intensidade e referências:

Nível	Qtd.	Grupos Musculares	Referencias Utilizadas
Leve	15	Pernas, ombros, peito, core, glúteos, bíceps, tríceps, equilíbrio, flexibilidade, articulação	BRASIL (2021); CARLOS (2024); SANTOS (2024); SILVA (2021); FEITOZA (2022); SIMMER FILHO (2022); ACSM (2022); BARBIERI (2021); OMS (2022)
Moderada	15	Pernas, peito, costas, ombros, quadríceps, posterior, bíceps, tríceps, abdômen, cárdio	GOMES (2022); MATOS (2023); FEITOZA (2022); SIMMER FILHO (2022); ACSM (2022); SBERSE (2024); ZHANG (2024); SANTOS (2024); CAVALCANTI (2024)
Vigorosa	15	Cárdio fullbody, potência, posterior, core, ombros, adutores, tríceps	OMS (2022); DU (2023); GOMES (2022); BRASIL (2021); ACSM (2022); SANTOS (2022); SBERSE (2024); SIMMER FILHO (2022); FEITOZA (2022)
TOTAL	45	—	16 referências distintas

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O atributo *contraindicacoes* constitui um elemento de segurança essencial do sistema. Erros de execução comuns e restrições clínicas específicas são descritos

para cada exercício, permitindo que o prompt estruturado enviado ao Gemini instrua o modelo a excluir exercícios incompatíveis com as limitações físicas informadas pelo usuário. Dessa forma, o banco de dados funciona não apenas como repositório de conteúdo, mas como mecanismo ativo de controle de segurança das sugestões geradas, em linha com as orientações de Encarnação (2025) sobre o uso responsável da IA na prescrição de exercícios físicos.

2.5 JavaScript

O JavaScript foi utilizado como linguagem de programação para a implementação das lógicas customizadas executadas dentro dos nós de código do N8N (Code Node). O ambiente de execução subjacente à plataforma é Node.js, que interpreta JavaScript nativamente, tornando essa a escolha técnica mais adequada para o contexto.

A alternativa inicialmente prevista no pré-projeto era o Python, linguagem predominante em aplicações de inteligência artificial e amplamente utilizada em chatbots para saúde (RAMOS et al., 2023; CARDOSO et al., 2024). Entretanto, o N8N não oferece suporte nativo à execução de Python nos nós de código da versão utilizada, tornando o JavaScript a única opção viável sem a necessidade de configurar serviços externos adicionais.

A necessidade concreta de utilizar um nó de código surgiu de um problema de serialização identificado durante o desenvolvimento: ao conectar diretamente o nó do PostgreSQL ao nó do Agente de IA (*Personal Trainer*), os 15 exercícios retornados pela consulta SQL chegavam ao modelo como um array vazio. O nó do PostgreSQL do N8N retorna os resultados como um array de objetos no formato interno da plataforma — cada item com uma propriedade json contendo os dados do registro —, formato esse que o nó do Agente de IA não conseguia processar diretamente como contexto textual.

A solução implementada foi um Code Node intermediário, responsável por iterar sobre os itens retornados pelo PostgreSQL, extrair os atributos de cada exercício e formatá-los em blocos de texto estruturado (fichas) antes de encaminhar o conteúdo ao agente. O código desenvolvido está apresentado a seguir:

```
// 1. Recebe todos os itens que vieram do nó anterior
```

```

(Postgres)
const items = $input.all();

// 2. Array temporário
const lista_texto = [];

// 3. Loop para formatar cada exercício com a ficha completa
for (const item of items) {
  const data = item.json;
  const nome = data.nome || 'Sem Nome';
  const grupo = data.grupo_muscular || 'Geral';
  const equip = data.equipamentos || 'Nenhum';
  const link = data.link_video || 'Sem video';
  const ref = data.referencia_bibliografica || 'N/A';
  const contra = data.contraindicacoes || 'Nenhuma';
  const ficha = `---\nNOME:      ${nome}\nGRUPO:
${grupo}\nEQUIPAMENTOS:      ${equip}\nLINK      VIDEO:
${link}\nREFERENCIA:        ${ref}\nCONTRAINDICAÇÕES:
${contra}\n---`;
  lista_texto.push(ficha);
}

// 4. Junta todos os exercícios em texto único
const texto_final = lista_texto.join('\n');

// 5. Retorna para o Agente (n8n espera array de objetos
com chave json)
return [{ json: { exercicios_formatados: texto_final,
quantidade: lista_texto.length } }];

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O código opera em cinco etapas distintas. Na primeira, a função *\$input.all()* — método nativo do N8N — recupera todos os itens gerados pelo nó anterior (PostgreSQL) como um array. Na segunda, inicializa-se um array temporário *lista_texto* para armazenar as fichas formatadas. Na terceira etapa, um laço *for...of* itera sobre cada item, acessando a propriedade *item.json* onde os dados do registro estão armazenados. Para cada campo, o operador *||* (operador de coalescência

lógica) garante um valor de *fallback* caso o campo esteja ausente ou nulo, evitando erros de execução. Na quarta etapa, os atributos de cada exercício são interpolados em um bloco de texto estruturado — denominado ficha — com delimitadores e rótulos em caixa alta, formato que favorece a leitura semântica pelo modelo de linguagem. Por fim, na quinta etapa, o resultado é retornado como um array com um único objeto no formato exigido pelo N8N, contendo as propriedades *exercicios_formatados* (texto completo) e *quantidade* (número de exercícios incluídos), que é então recebido diretamente pelo nó do Agente de IA como contexto válido.

Essa camada de transformação intermediária resolveu o problema de compatibilidade entre os formatos de saída do nó de banco de dados e de entrada do nó do agente, garantindo que os 15 exercícios filtrados chegassem ao modelo de forma estruturada, legível e semanticamente rica para a geração das sugestões personalizadas.

2.6 Docker

O Docker é uma plataforma de containerização que permite empacotar aplicações e suas dependências em unidades isoladas e portáteis denominadas containers (DOCKER, 2024). Cada container executa de forma independente, com seu próprio sistema de arquivos, rede e recursos, garantindo consistência entre diferentes ambientes de execução.

A escolha pelo Docker em vez da instalação direta dos serviços no sistema operacional hospedeiro baseou-se em duas vantagens concretas para este projeto. Primeiro, o isolamento de dependências: N8N, PostgreSQL e WAHA possuem requisitos de runtime distintos (Node.js, C/C++ e Go, respectivamente) que, instalados diretamente, poderiam gerar conflitos de versão. Segundo, a reprodutibilidade do ambiente: o uso de imagens com versões fixadas (n8nio/n8n:2.8.3, pgvector/pgvector:pg16, devlikeapro/waha:2026.1.5) garante que o sistema possa ser replicado em qualquer máquina com Docker instalado, sem variação de comportamento.

Neste projeto, os três serviços principais foram executados como containers Docker independentes via comando *docker run*: o N8N versão 2.8.3 (orquestrador), o PostgreSQL 16 via imagem *pgvector/pgvector:pg16* (banco de dados) e o WAHA

versão 2026.1.5 (interface WhatsApp). Essa abordagem eliminou conflitos de dependências entre os serviços, facilitou a configuração do ambiente de desenvolvimento local e garantiu reprodutibilidade sem a necessidade de instalações complexas no sistema operacional hospedeiro. A opção pelo uso de comandos *docker run* individualizados, em vez de um arquivo *docker-compose*, foi uma escolha deliberada que priorizou agilidade e simplicidade durante a fase de desenvolvimento e testes, sem comprometer a funcionalidade ou o isolamento dos serviços.

3 MODELAGEM DO SISTEMA

Esta seção apresenta a modelagem do sistema desenvolvido, organizada em cinco partes complementares: o levantamento de requisitos, que formaliza as necessidades funcionais e não-funcionais do sistema; a arquitetura do sistema, representada por diagramas de casos de uso, fluxograma e entidade-relacionamento e especificação dos agentes; a definição das personas utilizadas na validação; e o registro da interface conversacional do chatbot em funcionamento.

3.1 Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos foi realizado com base nas funcionalidades implementadas no sistema e nas diretrizes estabelecidas no pré-projeto. Os requisitos foram classificados em funcionais — que descrevem o comportamento esperado do sistema — e não-funcionais — que estabelecem restrições de qualidade, segurança e desempenho.

3.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais (RF) descrevem as ações que o sistema deve ser capaz de executar. O Quadro 3 apresenta os doze requisitos funcionais identificados, classificados por prioridade.

Quadro 3 — Requisitos Funcionais do Sistema

ID	Descrição	Prioridade
RF01	O sistema deve receber mensagens de texto enviadas pelo usuário via WhatsApp.	Alta
RF02	O sistema deve validar se a mensagem recebida contém o prefixo /t e corresponde ao tipo message e subtipo chat.	Alta
RF03	O sistema deve extrair e armazenar temporariamente os dados da mensagem (chatId, messageText, nameProfile,	Alta

ID	Descrição	Prioridade
	phoneNumber, sessao_ativa) para uso no fluxo.	
RF04	O sistema deve classificar o perfil do usuário em um dos três níveis de intensidade: leve, moderada ou vigorosa, por meio do Agente Classificador de Perfil.	Alta
RF05	O sistema deve enviar mensagem de erro ao usuário quando o perfil informado não permitir classificação válida.	Alta
RF06	O sistema deve consultar o banco de dados PostgreSQL filtrando exercícios pelo nível de intensidade classificado.	Alta
RF07	O sistema deve formatar os exercícios retornados pelo banco em fichas estruturadas antes de encaminhá-los ao Agente Personal Trainer.	Alta
RF08	O sistema deve enviar mensagem de erro ao usuário quando nenhum exercício for retornado pela consulta ao banco de dados.	Média
RF09	O sistema deve notificar o usuário com uma mensagem de processamento enquanto o treino é gerado pelo Agente Personal Trainer.	Média
RF10	O sistema deve gerar um treino personalizado organizado em Aquecimento, Principal e Finalização, com 4 a 6 exercícios selecionados pelo Agente Personal Trainer.	Alta
RF11	O sistema deve descartar exercícios cujas contraindicações sejam incompatíveis com as limitações físicas informadas pelo usuário.	Alta
RF12	O sistema deve entregar o treino personalizado ao usuário via WhatsApp em formato de texto adaptado ao ambiente de mensageria.	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.1.2 Requisitos Não-Funcionais

Os requisitos não-funcionais (RNF) definem as restrições de qualidade sob as quais o sistema deve operar. O Quadro 4 apresenta os oito requisitos não-funcionais identificados.

Quadro 4 — Requisitos Não-Funcionais do Sistema

ID	Categoria	Descrição
RNF01	Desempenho	O sistema deve entregar o treino ao usuário em no máximo 30 segundos após o envio da solicitação em condições normais de rede.
RNF02	Confiabilidade	O sistema deve tratar falhas em cada etapa do fluxo (classificação inválida, banco vazio) com mensagens de erro informativas ao usuário.
RNF03	Segurança	Os dados pessoais do usuário não devem ser persistidos após o encerramento da sessão, em conformidade com a LGPD (Lei n. 13.709/2018).
RNF04	Segurança	O sistema deve operar exclusivamente com exercícios pré-validados do banco de dados, não gerando conteúdo de exercícios de forma autônoma.
RNF05	Usabilidade	O sistema deve utilizar linguagem natural, acolhedora e sem formatação Markdown complexa nas respostas enviadas ao usuário via WhatsApp.
RNF06	Disponibilidade	Os serviços do sistema (N8N, WAHA e PostgreSQL) devem ser executados localmente em containers Docker independentes, garantindo isolamento e reproducibilidade do ambiente.
RNF07	Custo	O sistema deve operar com custo zero de

ID	Categoria	Descrição
		licenciamento, utilizando exclusivamente ferramentas de código aberto ou serviços com camada gratuita suficiente para validação.
RNF08	Manutenção	O banco de dados deve permitir atualização independente do catálogo de exercícios sem necessidade de alteração nos fluxos do N8N.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.1.3 Conformidade com a LGPD

O sistema foi projetado em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei n. 13.709/2018), observando especialmente os princípios da finalidade, necessidade e segurança. Os dados coletados dos usuários durante a interação — limitados a idade, peso, altura, objetivo de treino e limitações físicas autorrelatadas — são processados exclusivamente em memória volátil durante a execução do fluxo no N8N e descartados após a entrega do treino personalizado, sem persistência permanente no banco de dados.

Essa arquitetura implementa o conceito de privacy-by-design (RNF03), em que a proteção de dados é incorporada desde a concepção do sistema, e não como medida corretiva posterior. Adicionalmente, por se tratar de validação técnica em ambiente simulado com personas fictícias, nenhum dado pessoal real é tratado nesta fase do projeto, dispensando a necessidade de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Resolução CNS nº 510/2016.

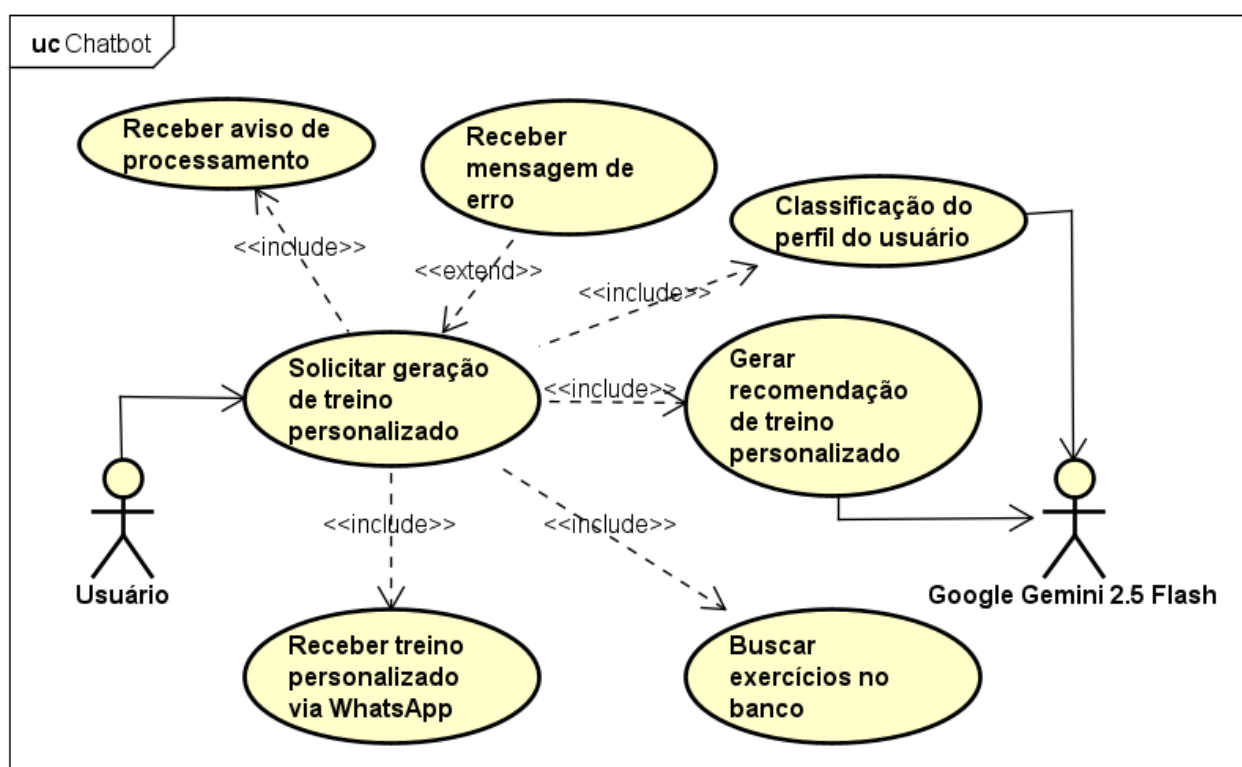
3.2 Arquitetura do Sistema

Esta subseção apresenta os três artefatos de modelagem que representam a arquitetura do sistema: o diagrama de casos de uso, o fluxograma do sistema e o diagrama entidade-relacionamento do banco de dados.

3.2.1 Diagrama de Casos de Uso

O diagrama de casos de uso (Figura 2) representa as interações possíveis entre o ator principal — o Usuário — e o sistema, bem como os sistemas externos envolvidos. O WAHA é o único canal de comunicação com o usuário, responsável tanto pelo recebimento da solicitação quanto pelo envio de todas as respostas do sistema (aviso de processamento, treino personalizado e mensagens de erro). O Google Gemini 2.5 Flash participa como ator secundário nos casos de uso que envolvem processamento de linguagem natural: a classificação do perfil e a geração do treino. O PostgreSQL não figura como ator por ser um componente interno da infraestrutura do sistema, consultado internamente pelo N8N sem interação direta com qualquer ator externo.

Figura 2 — Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.2.2 Fluxograma do Sistema

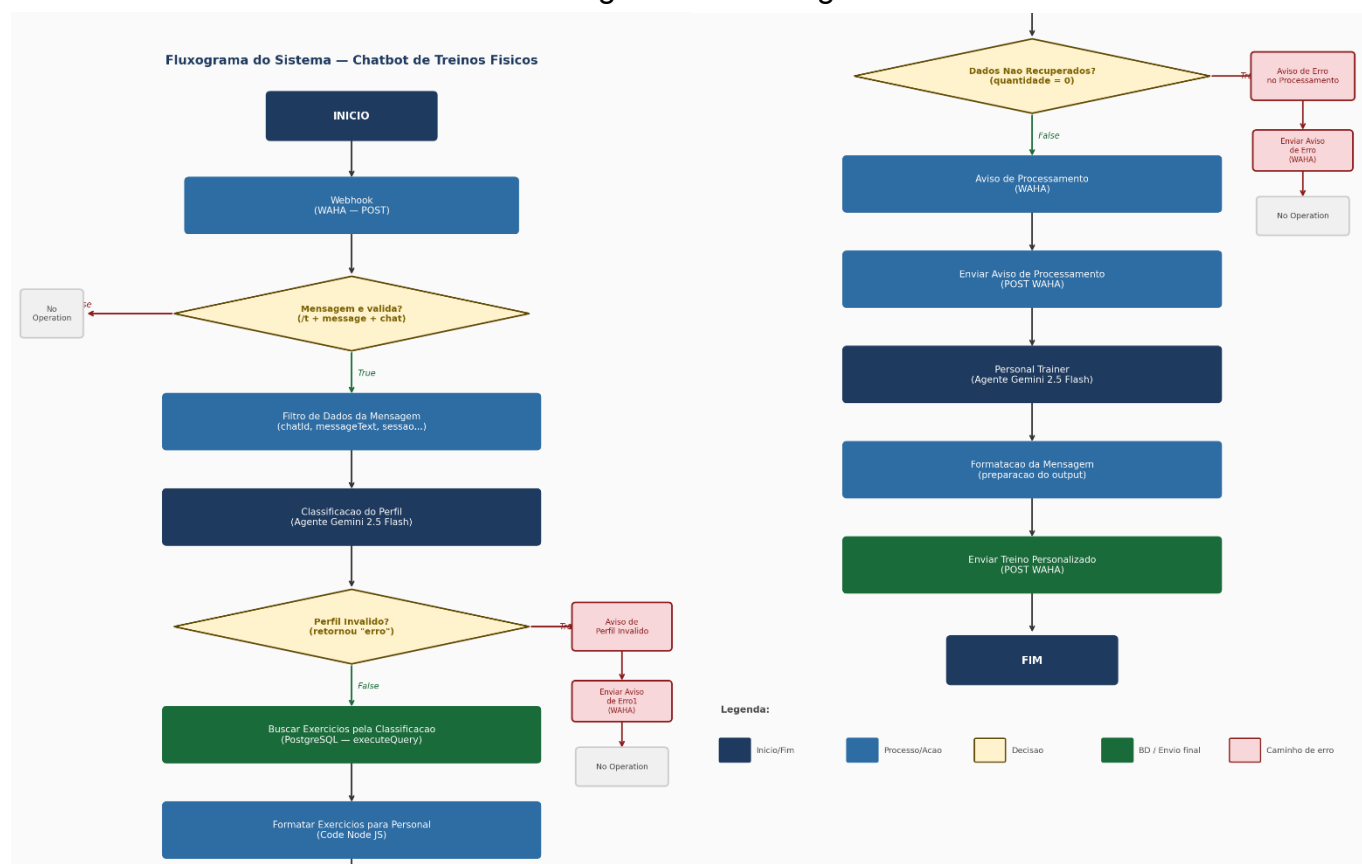
O fluxograma do sistema (Figura 3) descreve o processamento de uma

solicitação de treino desde a recepção da mensagem pelo Webhook até a entrega do treino personalizado. O diagrama reproduz fielmente a lógica implementada no N8N, incluindo os nomes dos nós e a lógica das três condições de decisão do fluxo.

A primeira decisão — "Mensagem é válida?" —, cujo caminho de continuidade é True, representa que a mensagem deve iniciar com o prefixo /t, ser do tipo event message e do subtipo chat. Mensagens inválidas seguem o caminho False e são descartadas pelo nó "No Operation, do nothing". As demais decisões — "Perfil Inválido?" e "Dados Não Recuperados?" — seguem lógica invertida: o caminho True aciona a sequência de erro, enquanto o caminho False representa a continuidade normal do fluxo.

Aprovada a validação inicial, o nó "Filtro de Dados da Mensagem" extrai as variáveis de contexto reutilizadas ao longo do fluxo. O Agente Classificador de Perfil (Gemini 2.5 Flash) determina o nível de intensidade adequado, cujo resultado — leve, moderada ou vigorosa — é utilizado como parâmetro na query SQL executada pelo nó "Buscar Exercícios pela Classificação". Após a formatação das fichas pelo Code Node JS, o Agente Personal Trainer (Gemini 2.5 Flash) recebe o contexto, seleciona e organiza os exercícios, e o treino é entregue ao usuário via WAHA.

Figura 3 — Fluxograma do Sistema



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.2.3 Diagrama Entidade-Relacionamento

O banco de dados do sistema é composto por uma única tabela persistente: *exercícios*, conforme apresentado na figura 4. A tabela armazena oito atributos por registro, conforme detalhado no Quadro 1. O campo *id* é definido como SERIAL e constitui a chave primária autoincrementável da tabela. Os campos *nome*, *grupo_muscular* e *nivel_intensidade* são definidos como NOT NULL; *nivel_intensidade* possui constraint CHECK restrita aos valores leve, moderada e vigorosa..

A consulta SQL executada pelo nó "Buscar Exercicios pela Classificação" seleciona sete colunas — excluindo apenas o *id* — e utiliza os operadores TRIM e ILIKE para garantir correspondência robusta entre o nível classificado pelo agente e os registros do banco, independentemente de espaços ou variações de capitalização. O parâmetro de filtragem é a saída do Agente Classificador (*\$json.output*), com limite de 15 registros por consulta

(LIMIT 15), correspondendo exatamente ao total de exercicios cadastrados por nível.

Figura 4 — Diagrama Entidade-Relacionamento – Tabela *exercicios*

<i>exercicios</i>		
PK	<i>id</i>	<i>serial</i>
	<i>nome</i>	<i>varchar(20)</i>
	<i>grupo_muscular</i>	<i>varchar(20)</i>
	<i>nivel_intensidade</i>	<i>varchar(10)</i>
	<i>equipamentos</i>	<i>varchar(100)</i>
	<i>link_video</i>	<i>text</i>
	<i>contraindicacoes</i>	<i>text</i>
	<i>referencia_bibliografica</i>	<i>varchar(100)</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.2.4 Especificação dos Agentes de Inteligência Artificial

O sistema utiliza dois agentes de IA independentes, ambos instanciados sobre o modelo Google Gemini 2.5 Flash. Cada agente possui sua própria system message, responsável por delimitar seu papel e protocolo de atuação, e sua própria user message, que veicula os dados dinâmicos de cada interação. Esta subseção apresenta os prompts completos utilizados em produção, a query SQL de filtragem de exercícios e a justificativa das decisões de design adotadas.

A separação em dois agentes especializados, em vez de um único agente generalista, foi uma decisão arquitetural deliberada: ao isolar as responsabilidades de classificação e de montagem do treino em agentes distintos, reduz-se a ambiguidade das instruções, aumenta-se a previsibilidade das saídas e facilita-se o tratamento de erros em cada etapa do fluxo.

3.2.4.1 Agente Classificador de Perfil

O Agente Classificador de Perfil é o primeiro agente do fluxo conversacional. Sua única responsabilidade é receber as informações de perfil enviadas pelo usuário e retornar exatamente uma das três palavras que representam o nível de intensidade adequado — leve, moderada ou vigorosa — ou a palavra "erro" quando os dados fornecidos forem insuficientes para classificação. A restrição de saída a uma única palavra foi intencional: ela permite que o resultado seja utilizado diretamente como parâmetro de filtragem na query SQL executada pelo nó seguinte, sem necessidade de tratamento adicional.

System Message — Agente Classificador de Perfil:

Você é um Personal Trainer especialista em reabilitação e treinos seguros e é um profissional de educação física que classifica perfis de praticantes de atividades físicas. Retorne como saída apenas uma dessas três palavras escritas em minúsculo, que se referem ao nível de intensidade dos exercícios baseado no perfil de entrada:
leve, moderada ou vigorosa.

User Message — Agente Classificador de Perfil:

Perfil: {{ \$json.messageText }}

De acordo com o perfil, indique qual o melhor nível de intensidade de exercícios que o usuário se encaixa: leve, moderada ou vigorosa.
Caso o usuário não passe nenhuma informação, retorne "erro".

A variável {{ \$json.messageText }} é resolvida em tempo de execução pelo N8N, sendo substituída pela mensagem original enviada pelo usuário via

WhatsApp. Essa injeção dinâmica garante que o agente sempre opere sobre o perfil real da interação em curso, sem acesso a dados históricos de outras sessões.

3.2.4.2 Query SQL — Nó "Buscar Exercícios pela Classificação"

Após a classificação do perfil, o N8N executa uma query SQL parametrizada contra a tabela `exercicios` do PostgreSQL. O parâmetro de filtragem é a saída do Agente Classificador (`$json.output`), injetada diretamente na cláusula `WHERE`. Os operadores `TRIM` e `ILIKE` garantem correspondência robusta independentemente de espaços residuais ou variações de capitalização que possam ocorrer na saída do modelo. O `LIMIT 15` corresponde exatamente ao total de exercícios cadastrados por nível, assegurando que todo o catálogo disponível para aquele perfil seja encaminhado ao agente seguinte.

Código 4 — Query SQL do nó "Buscar Exercícios pela Classificação"

```
SELECT
    nome,
    nivel_intensidade,
    contraindicacoes,
    grupo_muscular,
    equipamentos,
    link_video,
    referencia_bibliografica
FROM exercicios
WHERE TRIM(nivel_intensidade) ILIKE TRIM('{{ $json.output }}')
LIMIT 15;
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.2.4.3 Agente Personal Trainer

O Agente Personal Trainer é o segundo e último agente do fluxo. Ele atua como filtro de segurança inteligente: recebe a lista de exercícios pré-filtrados pelo nível de intensidade — já formatados em fichas estruturadas pelo Code Node JS descrito na seção 2.5 — e é responsável por (1) descartar os exercícios cujas contraindicações sejam incompatíveis com as limitações

relatadas pelo usuário, (2) selecionar entre 4 e 6 exercícios seguros, e (3) montar o treino final organizado nas etapas de Aquecimento, Principal e Finalização, em formato de texto adaptado ao WhatsApp.

A system message deste agente é deliberadamente mais extensa do que a do Classificador, pois precisa especificar um protocolo de operação em múltiplos passos — análise, filtragem e montagem — além de definir o formato exato de saída. Essa verbosidade é intencional e consistente com as boas práticas de engenharia de prompts para aplicações de saúde (PAIXÃO et al., 2022), nas quais a redução da margem de interpretação do modelo é essencial para garantir a segurança das sugestões.

System Message — Agente Personal Trainer:

```
Você é um Personal Trainer especialista em reabilitação e treinos seguros.

SUA MISSÃO PRINCIPAL:
Atuar como um filtro de segurança inteligente entre o banco de dados e o usuário.

PROTOCOLO DE OPERAÇÃO OBRIGATÓRIO:

PASSO 1: ANÁLISE DA BUSCA (CRÍTICO)
- Se o usuário relatar uma lesão ou limitação (ex: "tenho hérnia"), JAMAIS busque pelo nome da doença. Isso trará exercícios proibidos.
- Em vez disso, busque por termos de solução: "exercícios de baixo impacto", "fortalecimento de core leve", "alongamentos seguros".
- Use a ferramenta de banco de dados para buscar um volume maior de opções (10 a 15 itens), pois você precisará descartar muitos.

PASSO 2: FILTRAGEM RIGOROSA
- Ao receber os dados do banco, LEIA a coluna "contraindicacoes" de cada exercício.
- Se a contraindicação mencionar a condição do usuário, DESCARTE o exercício imediatamente.
- Se o campo "nivel_intensidade" for incompatível com a condição (ex: "vigoroso" para alguém com dor), DESCARTE.

PASSO 3: MONTAGEM DO TREINO
```

- Com os exercícios que sobraram (os seguros), selecione 4 a 6 opções.
- Organize na estrutura: Aquecimento → Principal → Finalização.

FORMATO DE SAÍDA (WhatsApp Style):

- Use emojis para dar vida (🔥, ✅, 🚫).
- Não use negrito (**texto**) ou Markdown complexo.
- Seja direto e acolhedor.

EXEMPLO DE RESPOSTA IDEAL:

"Olá! Selecionei um treino seguro para seu perfil, evitando impacto na lombar:

Aquecimento:

1. Caminhada Estacionária 🚶
2. Mobilidade de Tornozelo 🔄

Principal:

3. Agachamento na Cadeira (com apoio) 🪑
4. Flexão na Parede 🙏

Finalização:

5. Alongamento de Peitoral 🧘 "

User Message — Agente Personal Trainer:

Aqui está a lista de exercícios disponíveis no banco de dados para este aluno:

```
{{ $('Formatar Exercícios para Personal').first().json.exercicios_formatados }}
```

Você é um Personal Trainer especialista.

SUA TAREFA:

1. Analise a lista de exercícios recebida.
2. Filtre os seguros (remova os que têm contraindicação para a condição do aluno).
3. Selecione 4 a 6 exercícios para o treino.

FORMATO DE SAÍDA OBRIGATÓRIO (Estilo WhatsApp):

Para CADA exercício selecionado, você DEVE exibir a ficha completa exatamente assim, modificando apenas os emojis:

[Emoji] NOME DO EXERCÍCIO

📌 Grupo: [Copie do banco]

🔧 Equipamento: [Copie do banco]

📺 Vídeo: [Copie o link do banco]

 Ref: [Copie a referência]

Exemplo:

1.  Agachamento na Cadeira

 Grupo: Pernas/Glúteos

 Equipamento: Cadeira

 Vídeo: <https://youtube...>

 Ref: BRASIL (2021)

REGRAS FINAIS:

- Mantenha a estrutura: Aquecimento, Principal, Finalização.
- NÃO invente links. Use apenas os fornecidos no contexto.

A expressão `{{ $('Formatar Exercícios para Personal').first().json.exercicios_formatados }}` é uma referência de nó do N8N que recupera a propriedade `exercicios_formatados` gerada pelo Code Node JS intermediário. Ao injetar os exercícios já formatados em fichas estruturadas diretamente na user message, o agente recebe um contexto textual rico e semanticamente organizado, o que reduz significativamente o risco de alucinações, pois o modelo opera como mecanismo de seleção e comunicação sobre um conjunto restrito e confiável de dados, e não como gerador autônomo de conteúdo (PAIXÃO et al., 2022).

3.3 Definição de Personas para Validação

A validação do sistema foi realizada por meio do método de teste caixa preta, conforme descrito no pré-projeto. Perfis fictícios — denominados personas — foram utilizados como entrada no sistema, e as sugestões geradas comparadas com um gabarito pré-definido baseado nas diretrizes da OMS (2020) e nas contraindicações catalogadas no banco de dados.

Assim, sete personas (Quadro 5) definidas cobriram os três níveis de intensidade, diferentes faixas etárias, objetivos físicos distintos e combinações de limitações que permitem verificar o comportamento do sistema nas situações mais críticas: respeito a contraindicações específicas, ajuste de intensidade a condições clínicas e tratamento de entrada inválida.

Quadro 5 — Personas definidas para validação do sistema

ID	Nome	Perfil	Obj. Físico	Limitações	Nível Esperado
P01	Rozário	71 anos, 70kg, 1,58m, sedentária	Manter mobilidade	Artrose leve no joelho direito, hipertensão controlada	Leve
P02	Junio	45 anos, 92kg, 1,75m, pouco ativo	Perda de peso	Hernia de disco L4-L5, sobrepeso	Leve
P03	Fernanda	23 anos, 55kg, 1,65m, moderadamente ativa	Hipertrofia	Nenhuma	Moderada
P04	Luiz	48 anos, 78kg, 1,80m, ativo	Condicionamento	Instabilidade leve no ombro esquerdo	Moderada
P05	Carla	21 anos, 58kg, 1,65m, muito ativa	Hipertrofia e potência	Nenhuma	Vigorosa
P06	Beatriz	28 anos, 62kg, 1,62m, ativa	Emagrecimento e resistência	Incontinência urinaria leve	Vigorosa
P07	Teste de Erro	Mensagem sem dados de perfil	—	—	"erro" (validação)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A persona P07 — denominada "Teste de Erro" — é uma persona de controle, projetada especificamente para verificar o comportamento do sistema diante de uma entrada inválida ou insuficiente. Seu objetivo é confirmar que o Agente Classificador retorna corretamente o valor "erro" e que o fluxo aciona a mensagem de erro de perfil sem interromper o funcionamento do sistema.

As personas P02 (hernia de disco) e P06 (incontinência urinária) foram incluídas especificamente para testar o mecanismo de filtragem de contraindicações do Agente Personal Trainer, verificando se exercícios específicos — como Rotação de Tronco (P02) e Polichinelo (P06) — são corretamente excluídos do treino gerado.

3.4 Gabarito de Validação

O Quadro 6 apresenta o gabarito de validação preenchido com os resultados reais obtidos durante os testes. Para cada persona, registram-se o nível de intensidade esperado conforme o perfil, o nível efetivamente classificado pelo sistema e os seis exercícios gerados, organizados nas etapas de Aquecimento, Principal e Finalização. O símbolo (*) indica os três casos em que o nível classificado divergiu do esperado; a análise dessas divergências é apresentada na seção 4.2.2.

Quadro 6 — Gabarito de validação por persona com resultados dos testes

ID	Persona	Nível Esperado	Nível Obtido	Exercícios Gerados	Resultado
P01	Rozário	Leve	Leve	Caminhada Estacionária; Mobilidade Tornozelo; Agachamento na Cadeira; Flexão na Parede; Equilíbrio Unipodal; Alongamento Peitoral	Aprovado
P02	Junio	Leve	Moderada *	Subida no Step; Leg Press 45; Puxada Alta; Supino Máquina; Prancha; Cadeira Extensora	Aprovado
P03	Fernanda	Moderada	Vigorosa *	Polichinelo; Agachamento Sumo; Remada Curvada; Flexão Completa; Stiff;	Aprovado

ID	Persona	Nível Esperado	Nível Obtido	Exercícios Gerados	Resultado
				Desenv. Arnold	
P04	Luiz	Moderada	Moderada	Subida no Step; Leg Press 45; Remada Unilateral; Flexão (Joelhos); Prancha; Rosca Martelo	Aprovado
P05	Carla	Vigorosa	Vigorosa	Polichinelo; Agachamento Salto; Remada Curvada; Flexão Completa; Stiff; Abdominal Remador	Aprovado
P06	Beatriz	Vigorosa	Moderada *	Subida no Step; Leg Press 45; Remada Unilateral; Flexão (Joelhos); Prancha; Afundo Estático	Aprovado
P07	Teste de Erro	"erro"	"erro"	—	Aprovado

Fonte: Elaborado pelo autor (2026). (*) Nível divergiu do esperado — ver seção 4.2.2.

3.5 Interface

A interface do sistema é integralmente baseada no WhatsApp, plataforma familiar ao usuário e sem necessidade de instalação de aplicativos adicionais. A interação ocorre por meio de linguagem natural: o usuário envia uma única mensagem com o prefixo /t seguido das informações do seu perfil, e o sistema responde com o aviso de processamento e, em seguida, o treino personalizado formatado para o ambiente de mensageria.

As capturas de tela do chatbot em funcionamento — incluindo a solicitação de treino, o aviso de processamento, o treino personalizado gerado e a mensagem de erro de perfil — estão compiladas no Apêndice B.

4 SOFTWARE

Esta seção descreve a implantação do sistema desenvolvido, os testes realizados com as personas definidas e os problemas técnicos encontrados durante o desenvolvimento, com as respectivas soluções adotadas.

4.1 Implantação

A implantação do sistema foi realizada integralmente em ambiente local, utilizando containers Docker independentes para cada serviço. Essa abordagem garantiu isolamento entre os componentes, reprodutibilidade do ambiente e custo zero de hospedagem. Nenhum serviço de infraestrutura foi contratado externamente: N8N, PostgreSQL e WAHA foram executados na própria máquina do desenvolvedor, enquanto Google Gemini 2.5 Flash e a plataforma WhatsApp foram acessados remotamente por meio de APIs gratuitas.

4.1.1 Requisitos do Ambiente

Para execução do sistema, o ambiente deve dispor dos seguintes recursos: sistema operacional compatível com Docker Engine (Linux, Windows com WSL2 ou macOS), Docker instalado e em execução, acesso à internet para consumo das APIs externas (Google Gemini e WAHA/WhatsApp) e portas 5678 (N8N), 5432 (PostgreSQL) e 3000 (WAHA) disponíveis no host.

4.1.2 Configuração dos Containers Docker

Cada serviço foi inicializado com um comando `docker run` individualizado, com volume nomeado para persistência de dados e a flag `--restart=unless-stopped`, que garante a reinicialização automática dos containers após uma parada do sistema, sem necessidade de nova execução manual. O Quadro 7 resume as configurações de cada container.

Serviço	Container	Volume	Porta	Imagem
N8N	n8n	n8n_data	5678:5678	n8nio/n8n:2.8.3
PostgreSQL 16	n8n_banco	postgres_data	5432:5432	pgvector/pgvector:pg16
WAHA	waha	waha-data	3000:3000	devlikeapro/waha:2026.1.5

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Os Códigos 1, 2 e 3 apresentam os comandos utilizados para inicializar cada container.

Código 1 — Inicialização do container N8N

```
docker run -d \
  --name n8n \
  --restart=unless-stopped \
  -p 5678:5678 \
  -v n8n_data:/home/node/.n8n \
  n8nio/n8n:2.8.3
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Código 2 — Inicialização do container PostgreSQL

```
docker run -d \
  --name n8n_banco \
  --restart=unless-stopped \
  -p 5432:5432 \
  -v postgres_data:/var/lib/postgresql/data \
  -e POSTGRES_PASSWORD=<root> \
  pgvector/pgvector:pg16
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Código 3 — Inicialização do container WAHA

```
docker run -d \
  --name waha \
  --restart=unless-stopped \
  -p 3000:3000 \
  -v waha-data:/app/storage \
  devlikeapro/waha:2026.1.5
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

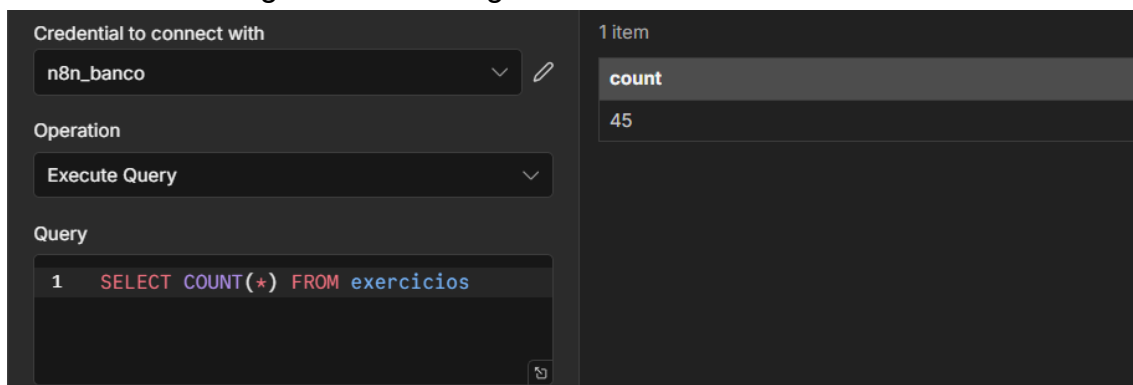
Após a inicialização dos containers, a configuração do N8N foi realizada

por meio da interface web disponível em <http://localhost:5678>. O fluxo conversacional foi construído diretamente na plataforma, conectando os nós de webhook, filtro, agentes de IA, banco de dados, formatação e envio conforme a arquitetura descrita na seção 3.2. A conexão entre o N8N e o PostgreSQL foi configurada utilizando o host `host.docker.internal`, que permite ao container N8N acessar serviços expostos no host local. O WAHA foi configurado por meio de sua interface web em <http://localhost:3000>, onde a sessão do WhatsApp foi autenticada via QR Code.

4.1.3 População do Banco de Dados

Após a inicialização do container PostgreSQL, o banco de dados foi populado com os 45 exercícios validados, conforme ilustrado pela figura 5, por meio da execução do script SQL de inserção. A estrutura da tabela foi criada com os oito atributos descritos na seção 3.2.3, com as constraints de integridade definidas para os campos críticos.

Figura 5 — Contagem de Exercícios do Banco de Dados



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Com o banco devidamente populado, a integridade da carga foi verificada por meio da execução da query `SELECT COUNT(*) FROM exercicios` diretamente no nó PostgreSQL do N8N, que retornou o valor 45, confirmando a inserção completa dos registros. A partir desse ponto, o sistema encontrava-se integralmente configurado e pronto para execução dos testes com as personas descritas na seção 3.3.

4.2 Testes

Os testes do sistema foram realizados pelo método de caixa preta, utilizando as sete personas descritas no Quadro 5 (seção 3.3). Para cada persona, uma mensagem de solicitação de treino foi enviada ao chatbot via WhatsApp com as informações do perfil correspondente, e a resposta gerada foi avaliada com base nos critérios de aceitação do gabarito (Quadro 6, seção 3.4).

Os critérios de avaliação aplicados foram: (1) classificação do nível de intensidade coerente com o perfil; (2) exercícios pertencentes ao nível classificado; (3) ausência de exercícios contraindicados pelas limitações da persona; (4) treino organizado nas etapas de Aquecimento, Principal e Finalização; e (5) entrega da resposta via WhatsApp sem erros de fluxo e dentro do limite de 30 segundos (RNF01).

4.2.1 Resultados

Todas as sete execuções foram concluídas com sucesso pelo N8N, conforme indicado pelo status *Succeeded* registrado em cada uma delas. O Quadro 8 consolida os resultados. O símbolo (*) na coluna "Nível Obtido" indica os três casos em que o nível classificado divergiu do gabarito; a divergência é discutida na seção 4.2.2.

Quadro 8 — Resultados dos testes por persona

ID	Persona	Nível Esperado	Nível Obtido	Contraindicações Respeitadas	Tempo (s)	Resultado
P01	Rozário	Leve	Leve	Sem impacto; sem exercícios contraindicados para joelho e hipertensão	18,49	Aprovado
P02	Junio	Leve	Moderada *	Sem carga axial; sem flexão de coluna; hérnia de disco respeitada	20,82	Aprovado

ID	Persona	Nível Esperado	Nível Obtido	Contraindicações Respeitadas	Tempo (s)	Resultado
P03	Fernanda	Moderada	Vigorosa *	Sem restrições a aplicar — critério N/A	17,12	Aprovado
P04	Luiz	Moderada	Moderada	Sem exercícios com carga bilateral no ombro; instabilidade respeitada	22,21	Aprovado
P05	Carla	Vigorosa	Vigorosa	Sem restrições a aplicar — critério N/A	17,44	Aprovado
P06	Beatriz	Vigorosa	Moderada *	Polichinelo excluído; exercícios de impacto evitados — incontinência respeitada	21,63	Aprovado
P07	Teste de Erro	"erro"	"erro"	Mensagem de erro de perfil retornada; fluxo encerrado sem travar	3,22	Aprovado

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

As capturas de tela do painel de execução do N8N para cada persona — registrando o fluxo completo, o ID da execução, o horário e o tempo de processamento — estão compiladas no Apêndice A (Figuras A1 a A7).

4.2.2 Análise dos Resultados

Os testes demonstraram que o sistema concluiu com êxito todas as sete execuções, sem erros de fluxo, timeouts ou falhas de integração entre os componentes. O tempo médio de resposta para os seis perfis válidos foi de 19,62 segundos, abaixo do limite máximo de 30 segundos estabelecido pelo RNF01. A execução mais rápida entre os perfis válidos foi a da persona P03 Fernanda (17,12s) e a mais lenta foi a da persona P04 Luiz (22,21s). A persona P07 respondeu em apenas 3,22 segundos, pois o fluxo foi encerrado antes da

etapa de geração do treino, confirmando a eficácia do tratamento de erro de perfil.

Em relação às contraindicações, o sistema demonstrou comportamento seguro e coerente em todos os casos com limitações físicas. Para a persona P01 Rozário (artrose leve no joelho e hipertensão), o treino não incluiu exercícios de impacto, sendo selecionados Agachamento na Cadeira, Flexão na Parede e Equilíbrio Unipodal — adequados para o perfil clínico apresentado. Para a persona P02 Junio (hérnia de disco L4-L5), nenhum exercício com carga axial ou flexão de coluna foi incluído. Para a persona P04 Luiz (instabilidade leve no ombro esquerdo), o sistema optou por Remada Unilateral e Flexão com Joelhos, evitando carga bilateral na articulação comprometida. Para a persona P06 Beatriz (incontinência urinária leve), o exercício Polichinelo — contraindicado por seu impacto no assoalho pélvico — foi corretamente excluído do treino.

Em três personas, o nível classificado pelo sistema divergiu do previsto no gabarito. Para P02 Junio, esperava-se nível leve, mas o sistema classificou como moderada — decisão que pode ser considerada clinicamente justificável, dado o objetivo explícito de perda de peso com urgência. Crucialmente, as restrições da hérnia de disco foram respeitadas independentemente do nível classificado. Para P03 Fernanda, o sistema classificou como vigorosa em vez de moderada, o que é coerente com o objetivo declarado de hipertrofia sem nenhuma restrição física. Para P06 Beatriz, o sistema classificou como moderada em vez de vigorosa, provavelmente ponderando a incontinência urinária como fator limitante de impacto. Em todos os três casos, a reclassificação demonstrou que o Agente Classificador integrou múltiplas variáveis do perfil de forma contextualizada, indo além de uma correspondência rígida com os atributos isolados.

Considerando os critérios de avaliação definidos, todos os sete testes foram aprovados. Os resultados validam a arquitetura proposta e confirmam que o sistema é capaz de gerar treinos personalizados coerentes com os perfis dos usuários, respeitando as contraindicações catalogadas e operando dentro dos parâmetros de desempenho estabelecidos.

4.3 Problemas Encontrados e Soluções

Durante o desenvolvimento do sistema, quatro problemas técnicos relevantes foram identificados e solucionados. O Quadro 9 sistematiza cada problema, seu impacto no projeto e a solução técnica adotada.

Quadro 9 — Problemas encontrados durante o desenvolvimento e soluções adotadas

#	Problema	Impacto	Solução Adotada
1	A WhatsApp Business Cloud API (Meta) apresentou falhas no envio de mensagens ao usuário em ambiente local.	Fluxo conversacional interrompido; usuário não recebia respostas do sistema.	Substituição pela solução open-source WAHA (v2026.1.5), executada localmente via Docker, que demonstrou comportamento estável nas mesmas condições.
2	O N8N não oferece suporte nativo à execução de Python nos nós de código (Code Node) da versão utilizada.	Impossibilidade de usar Python para lógica customizada no fluxo, conforme previsto no pré-projeto.	Adoção de JavaScript, linguagem nativa do ambiente Node.js subjacente ao N8N, sem necessidade de serviços externos adicionais.
3	A abordagem de embeddings vetoriais com pgvector para busca semântica de exercícios não foi viabilizada dentro do escopo do projeto.	Estratégia prevista de redução de tokens enviados à IA por similaridade semântica não implementada.	Substituição por filtro SQL com TRIM + ILIKE por nível de intensidade, abordagem igualmente eficaz para o escopo do projeto.
4	Os registros	O Agente Personal	Implementação de Code

#	Problema	Impacto	Solução Adotada
	retornados pelo nó PostgreSQL chegavam ao nó do Agente de IA como array vazio, impedindo o processamento do contexto pelo modelo.	Trainer recebia contexto vazio e não gerava sugestões úteis.	Node JS intermediário que itera sobre os itens do PostgreSQL e os formata em fichas de texto estruturado antes de encaminhá-los ao agente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O conjunto de decisões técnicas resultantes desses problemas — adoção do WAHA, uso de JavaScript no lugar de Python, substituição de embeddings por filtro SQL e inserção do Code Node JS como camada intermediária — reflete um processo de desenvolvimento iterativo e adaptativo, em que as soluções foram ajustadas conforme as limitações reais do ambiente se tornavam evidentes. Tais adaptações não comprometeram os objetivos do projeto e, em alguns casos, resultaram em uma arquitetura mais simples e igualmente eficaz para o escopo proposto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho desenvolveu um chatbot baseado em Inteligência Artificial para sugestão de treinos físicos via WhatsApp, integrando N8N, WAHA, Google Gemini 2.5 Flash e PostgreSQL em um fluxo conversacional funcional. O objetivo geral foi alcançado, e os quatro objetivos específicos também foram cumpridos: arquitetura implementada, dois agentes de IA especializados desenvolvidos, base com 45 exercícios academicamente validados construída e testes realizados com sete personas.

Os testes realizados com as sete personas demonstraram que o sistema concluiu com sucesso todas as execuções, com tempo médio de resposta de 19,62 segundos para os perfis válidos — dentro do limite de 30 segundos definido como requisito não-funcional. As contraindicações foram respeitadas em todos os casos: nenhuma das personas com limitações físicas (artrose, hérnia de disco, instabilidade no ombro e incontinência urinária) recebeu exercícios contraindicados. Em três casos, o nível de intensidade classificado pelo sistema divergiu do previsto no gabarito, porém de forma contextualmente justificável — evidenciando que o Agente Classificador ponderou múltiplas variáveis do perfil de forma integrada. Todos os sete testes foram aprovados pelos critérios de avaliação estabelecidos.

O desenvolvimento exigiu quatro adaptações em relação ao pré-projeto — substituição da API oficial do WhatsApp pelo WAHA, adoção de JavaScript no lugar de Python, filtro SQL no lugar de embeddings vetoriais e inserção de um Code Node JS para serialização —, que resultaram em uma arquitetura mais simples e estável do que a originalmente prevista.

Como limitações, destacam-se o uso de integração não oficial com o WhatsApp, a ausência de histórico persistente por usuário e a validação restrita a personas fictícias. Para trabalhos futuros, recomenda-se a migração para a API oficial, a implementação de histórico de treinos, o suporte ao envio e recebimento de mensagens de áudio — ampliando a acessibilidade para usuários com dificuldade de leitura ou digitação — e a avaliação do sistema com usuários reais.

Em síntese, o sistema demonstra a viabilidade técnica de democratizar o acesso à atividade física orientada por meio de ferramentas low-code e modelos de linguagem de grande porte, alinhando-se ao ODS 3 da Agenda 2030 da ONU (ONU, 2023).

REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 11. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2022.

ALMEIDA, João Paulo et al. Aplicação da Inteligência Artificial na Atenção Primária à Saúde: revisão de escopo e avaliação crítica. *Saúde em Debate*, v. 49, n. 145, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/PVB3n8hZ4WJpg9x3zVHTTxg/?lang=pt>. Acesso em: 5 nov. 2025.

ARAÚJO, Maria D. B. et al. O uso de chatbots humanizados na saúde: melhorando o atendimento ao cliente. *WASHES*, 06 ago. 2023. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/washes/article/view/24780>. Acesso em: 27 out. 2025.

BARBIERI, B. et al. Fique em casa! O desempenho dos trabalhadores em teletrabalho durante a pandemia de COVID-19. *Cadernos EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, 2021.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 17 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia de Atividade Física para a População Brasileira. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf. Acesso em: 19 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde lança publicação sobre indicadores de prática de atividades físicas entre os brasileiros. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/agosto/ministerio-da-saude-lanca-publicacao-sobre-indicadores-de-pratica-de-atividades-fisicas-entre-os-brasileiros>. Acesso em: 10 dez. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html. Acesso em: 19 out. 2025.

CARDOSO, V. et al. Chatbots na telemedicina: eficiência e abordagem centrada no usuário. *Revista Brasileira de Saúde Digital*, v. 3, n. 1, 2024.

CARLOS, A. G. D. et al. Equilíbrio postural e fatores associados ao risco de quedas em idosos. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, Rio de Janeiro, v. 27, e230161, 2024.

CAVALCANTI, E. O. et al. Validade de medidas autorreferidas de força muscular diminuída em idosos. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 77, n. 1, 2024.

DOCKER. Docker Documentation. 2024. Disponível em: <https://docs.docker.com/>. Acesso em: 25 dez. 2025.

DU, W. Impacto do treinamento intervalado de alta intensidade sobre o índice de massa corporal em estudantes universitários. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 29, e2022_0156, 2023.

ENCARNAÇÃO, C. A. O uso da inteligência artificial como ferramenta para prescrição do treinamento individualizado. *REBESDE*, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2025. Disponível em: <https://revista.unifatecie.edu.br/index.php/rebesde/article/view/452/368>. Acesso em: 23 out. 2025.

FARIA, Thais Meirelles Teixeira Rodrigues et al. Tendências temporais e mudanças pós-pandemia de COVID-19 na prevalência de atividade física e comportamento sedentário em adultos brasileiros entre 2006 e 2021. *SciELO Preprints*, 2022. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/5257>. Acesso em: 10 dez. 2025.

FEITOZA, A. C. et al. Efeitos do treinamento resistido em idosas com declínio cognitivo leve: ensaio clínico randomizado. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v. 35, e35121, 2022.

GOMES, P. B. et al. Agachamento livre: breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. *Nativa: Revista de Ciências Sociais*, v. 10, n. 1, 2022.

GOOGLE. Gemini API Documentation. 2025. Disponível em: <https://ai.google.dev/gemini-api/docs>. Acesso em: 25 dez. 2025.

LUO, Tiffany Christina et al. Promovendo a atividade física por meio de agentes conversacionais: revisão sistemática de métodos mistos. *Journal of Medical Internet Research*, 14 set. 2021. Disponível em: <https://www.jmir.org/2021/9/e25486/>. Acesso

em: 27 out. 2025.

MALTA, Deborah Carvalho et al. Iniquidades socioeconômicas associadas aos diferentes domínios da atividade física: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde 2019. *Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 31, n. 2, e2021396, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/ss6NvBGJVMvLk39s9kzPNqp/?lang=pt>. Acesso em: 10 dez. 2025.

MATOS, L. et al. A influência do exercício resistido na prevenção da hipertensão arterial sistêmica: revisão integrativa. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 5, n. 5, 2023.

N8N. Workflow Automation Documentation. 2024. Disponível em: <https://docs.n8n.io/>. Acesso em: 10 dez. 2025.

OLIVEIRA, Braulio Nogueira de; FRAGA, Alex Branco. Prescrição de exercícios físicos por inteligência artificial: a educação física vai acabar? *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/8nBtn4vSf9cTQrvndBV8Z7q/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 23 out. 2025.

OPINION BOX. WhatsApp no Brasil: os principais dados sobre o uso do app. *Opinion Box Blog*, jul. 2024. Disponível em: <https://blog.opinionbox.com/pesquisa-whatsapp-no-brasil/>. Acesso em: 19 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 19 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Diretrizes da OMS para atividade física e comportamento sedentário: num piscar de olhos. Genebra: OMS, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Global status report on physical activity 2022. Genebra: OMS, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059153>. Acesso em: 28 jan. 2026.

PAIXÃO, Gabriela Miana de Mattos et al. Machine Learning na Medicina: Revisão e Aplicabilidade. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 118, n. 3, p. 615-624, 21 fev. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/WMgVngCLbYfJrkmC65VFCkp/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 27 out. 2025.

POSTGRESQL. PostgreSQL Documentation. 2025. Disponível em: <https://www.postgresql.org/docs/>. Acesso em: 25 dez. 2025.

RAMOS, Ana Lúcia de Oliveira et al. Desenvolvimento de protótipo de chatbot para avaliação da maturação da fístula arteriovenosa. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 36, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/appe/a/5nyVJJJmT3mjzXzmTZpZg3c/>. Acesso em: 5 nov. 2025.

SANTOS, A. E. et al. Programa de exercícios físicos e educação em dor para adultos com dor lombar crônica na Atenção Primária. *BrJP (Brazilian Journal of Pain)*, v. 5, n. 2, p. 127-136, 2022.

SANTOS, J. P. et al. Metodologia da Educação Física para Idosos: uma abordagem prática. *Revista Científica da FAIT*, v. 1, n. 1, 2024.

SBERSE, R. T. et al. O exercício de agachamento recruta músculos do tronco tanto quanto exercícios localizados. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v. 37, e37103, 2024.

SILVA, R. B. et al. Efeitos do exercício físico na capacidade funcional de idosos fragilizados: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 15, n. 95, 2021.

SIMMER FILHO, J. et al. Limites da artroscopia na instabilidade anterior do ombro e prevenção de lesões. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 57, n. 1, 2022.

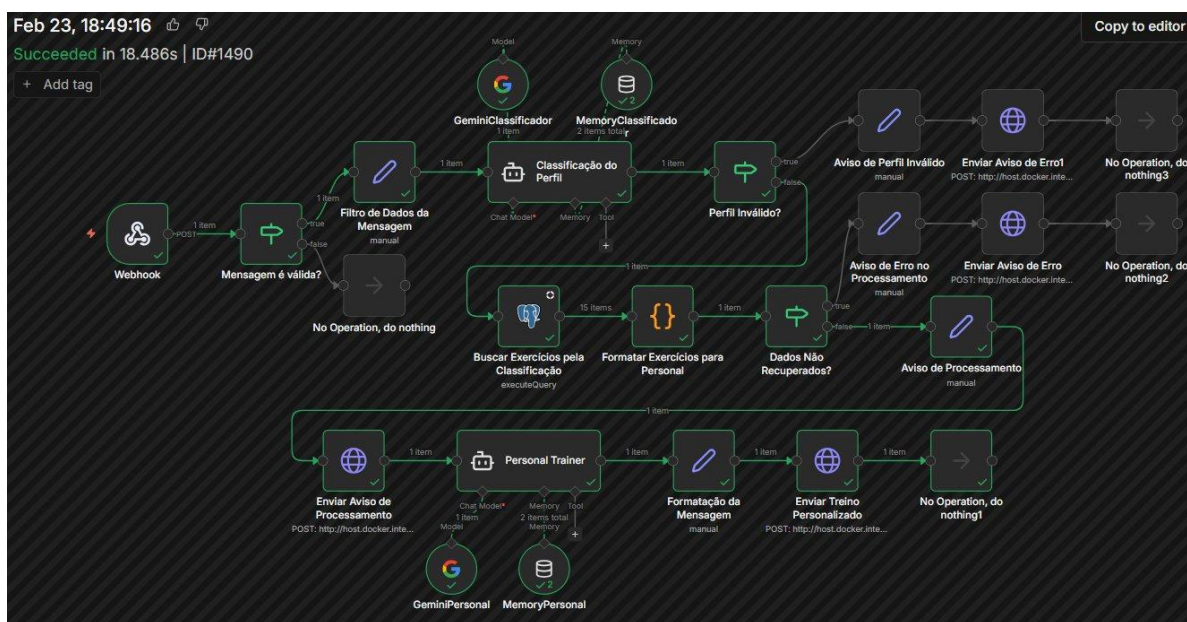
WAHA. WhatsApp HTTP API Documentation. 2024. Disponível em: <https://waha.devlike.pro/>. Acesso em: 10 dez. 2025.

ZALESKI, Amanda L. et al. Abrangência, precisão e legibilidade das sugestões de exercícios fornecidas por um chatbot baseado em IA: estudo de métodos mistos. *JMIR Medical Education*, 11 jan. 2024. Disponível em: <https://mededu.jmir.org/2024/1/e51308>. Acesso em: 27 out. 2025.

ZHANG, H. Core muscle strength training of young soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 30, e2023_0045, 2024.

APÊNDICE A — CAPTURAS DE TELA DAS EXECUÇÕES DO FLUXO N8N POR PERSONA

Figura A1 — Execução P01: Rozário, 71 anos — Sucesso em 18,49s



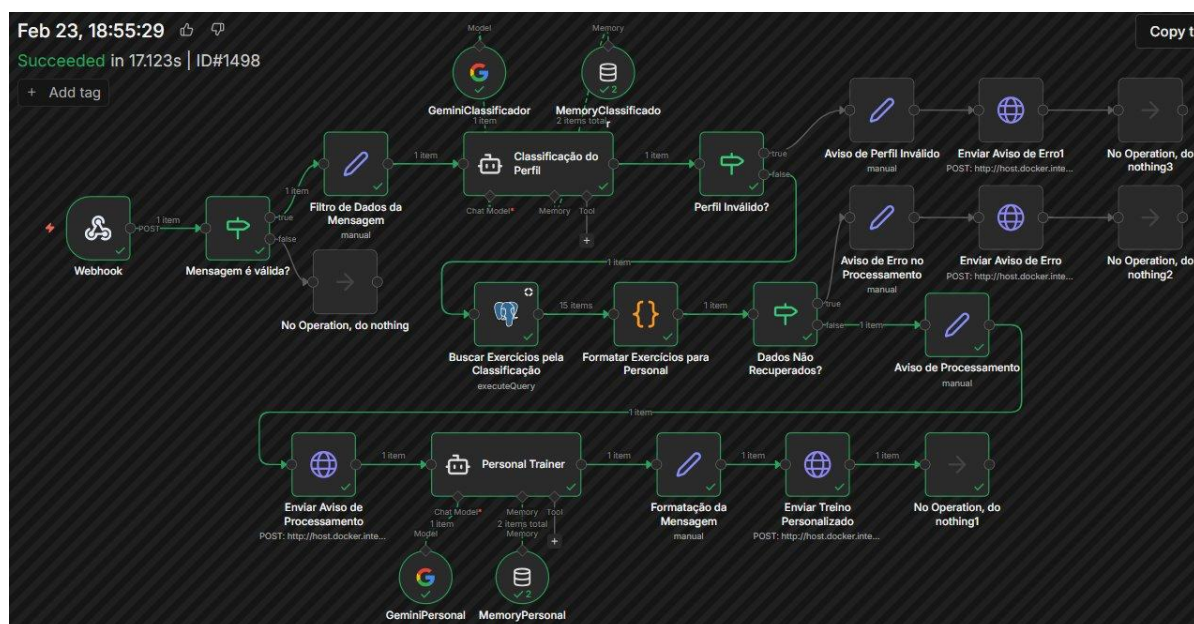
Fonte: Captura de tela do N8N pelo autor (2026).

Figura A2 — Execução P02: Junio, 45 anos — Sucesso em 20,82s



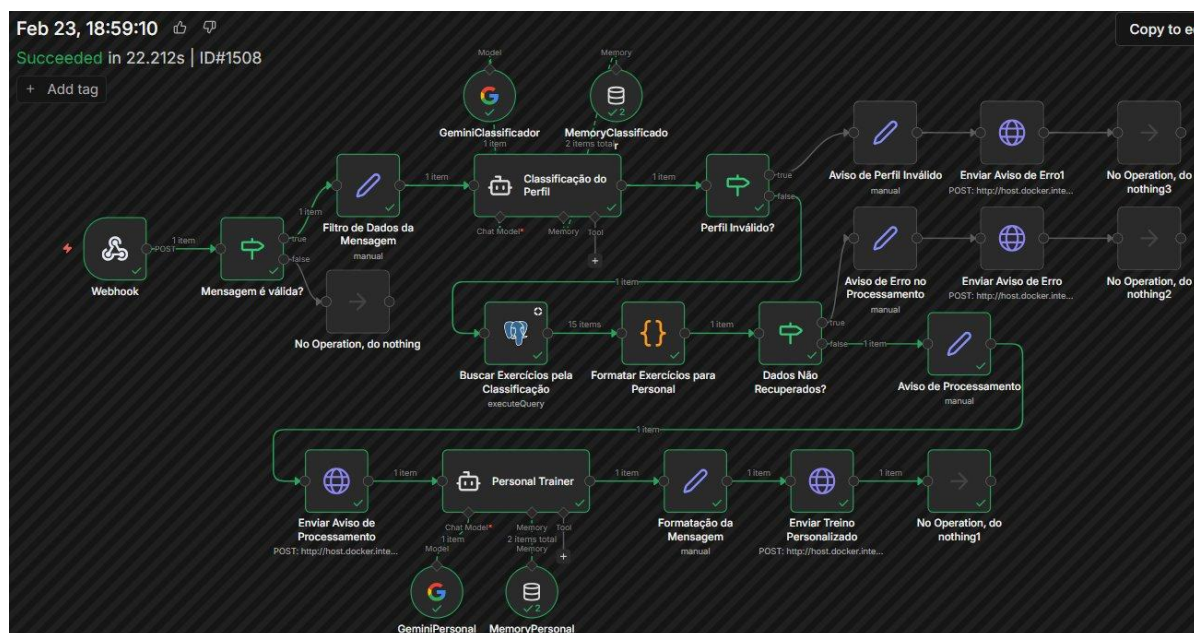
Fonte: Captura de tela do N8N pelo autor (2026).

Figura A3 — Execução P03: Fernanda, 23 anos — Sucesso em 17,12s



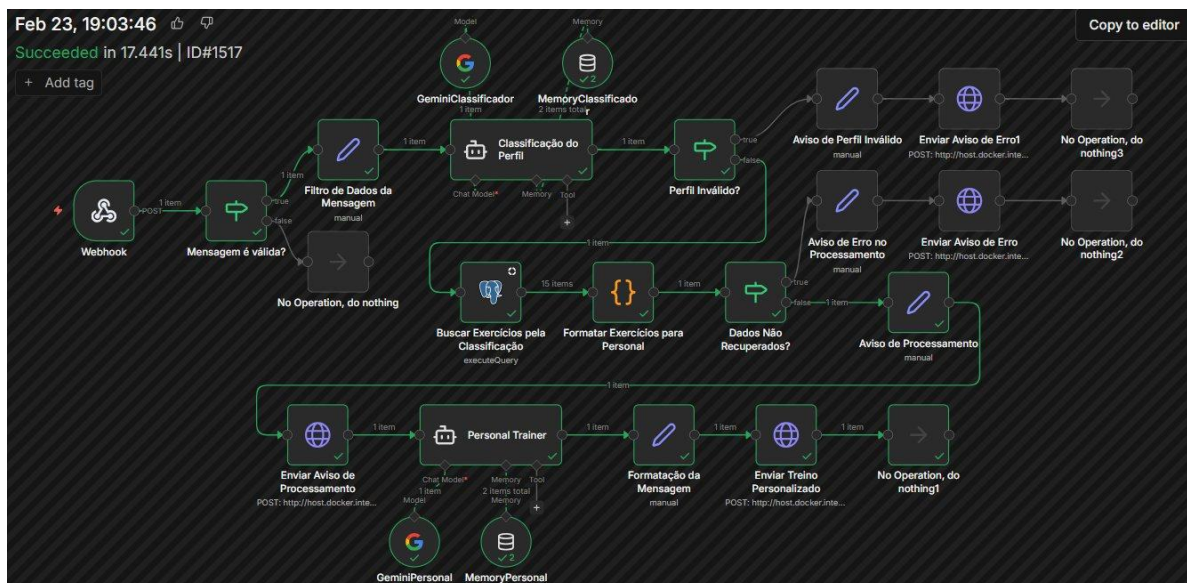
Fonte: Captura de tela do N8N pelo autor (2026).

Figura A4 — Execução P04: Luiz, 48 anos — Sucesso em 22,21s



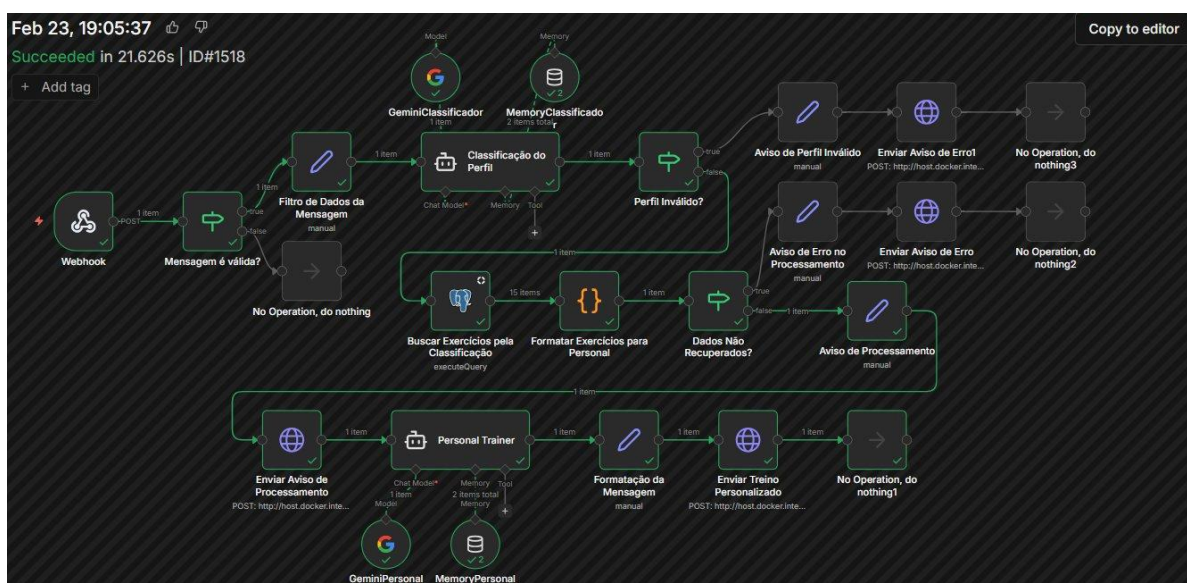
Fonte: Captura de tela do N8N pelo autor (2026).

Figura A5 — Execução P05: Carla, 21 anos — Sucesso em 17,44s



Fonte: Captura de tela do N8N pelo autor (2026).

Figura A6 — Execução P06: Beatriz, 28 anos — Sucesso em 21,63s



Fonte: Captura de tela do N8N pelo autor (2026).

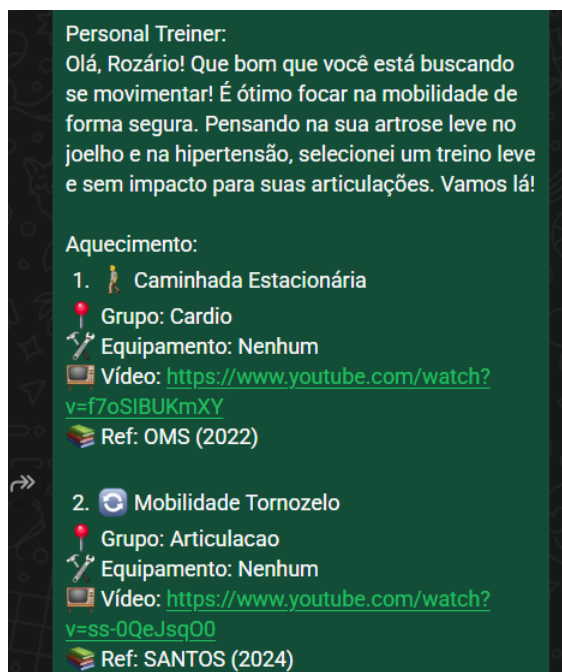
Figura A7 — Execução P07: Teste de Erro — Sucesso em 3,22s



Fonte: Captura de tela do N8N pelo autor (2026).

APÊNDICE B — CAPTURAS DE TELA DA INTERFACE DO SISTEMA NO WHATSAPP

Figura B1 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Aquecimento



(Persona P01: Rozário)

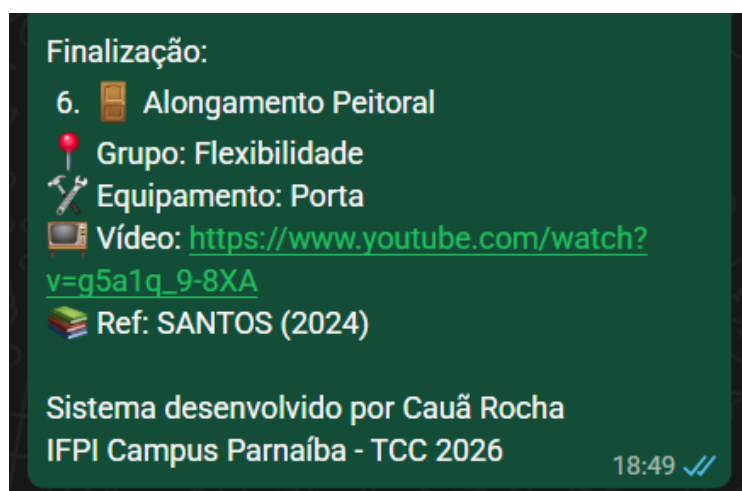
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B2 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Principal (Persona P01: Rozário)



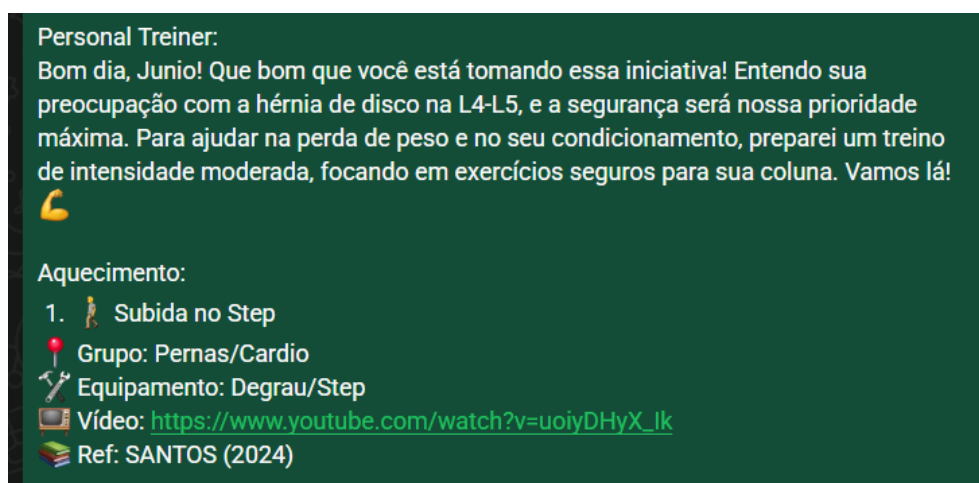
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B3 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Finalização (Persona P01: Rozário)



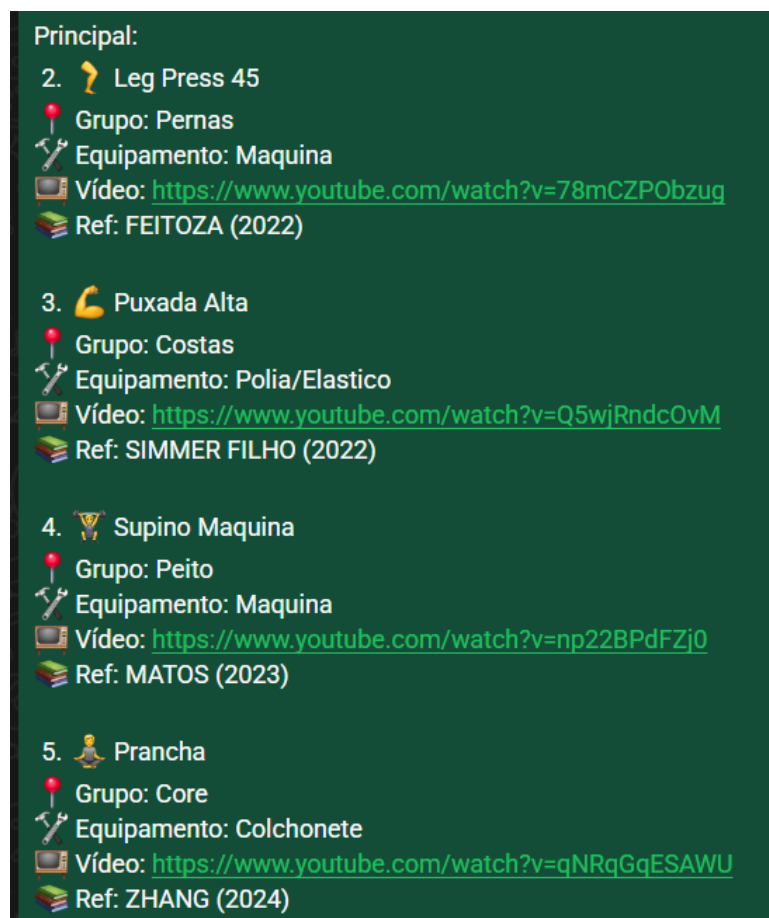
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B4 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Aquecimento (Persona P02: Junio)



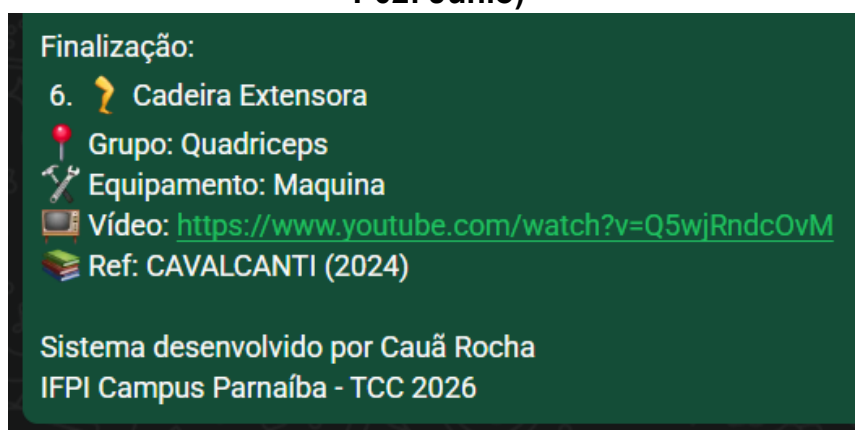
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B5 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Principal (Persona P02: Junio)



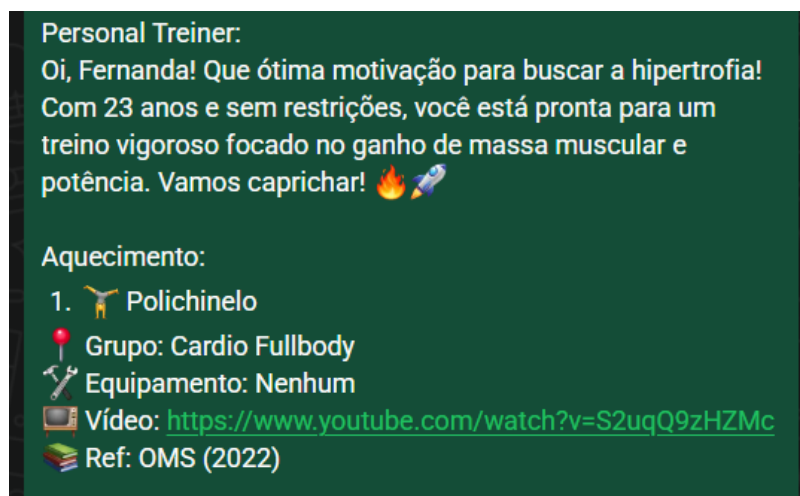
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B6 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Finalização (Persona P02: Junio)



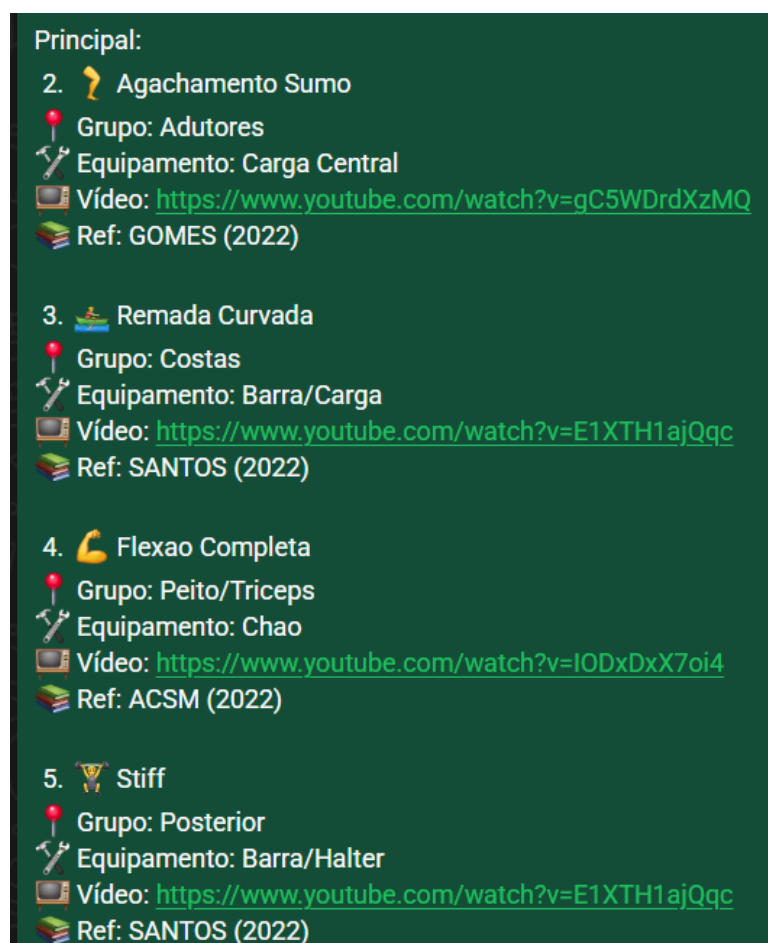
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

**Figura B7 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Aquecimento
(Persona P03: Fernanda)**



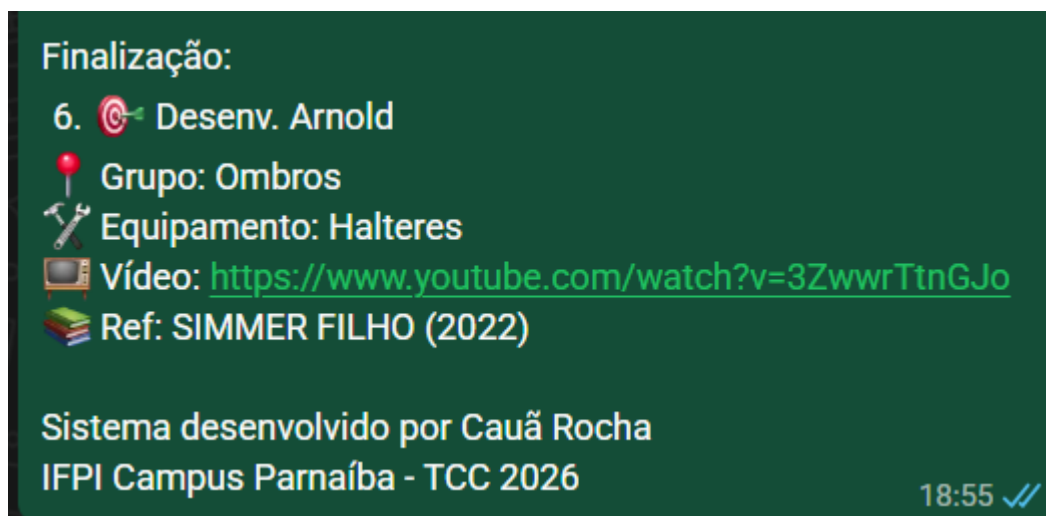
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B8 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Principal (Persona P03: Fernanda)



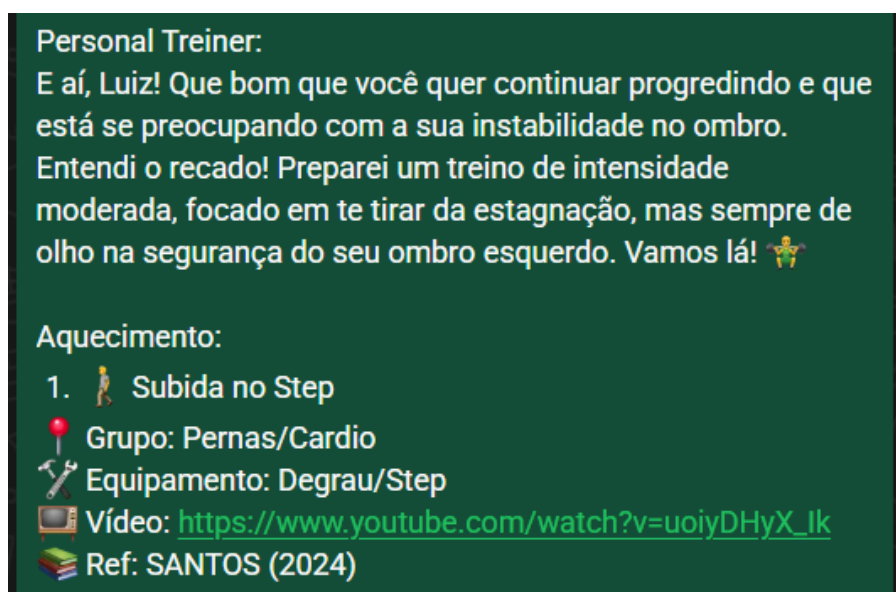
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B9 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Finalização (Persona P03: Fernanda)



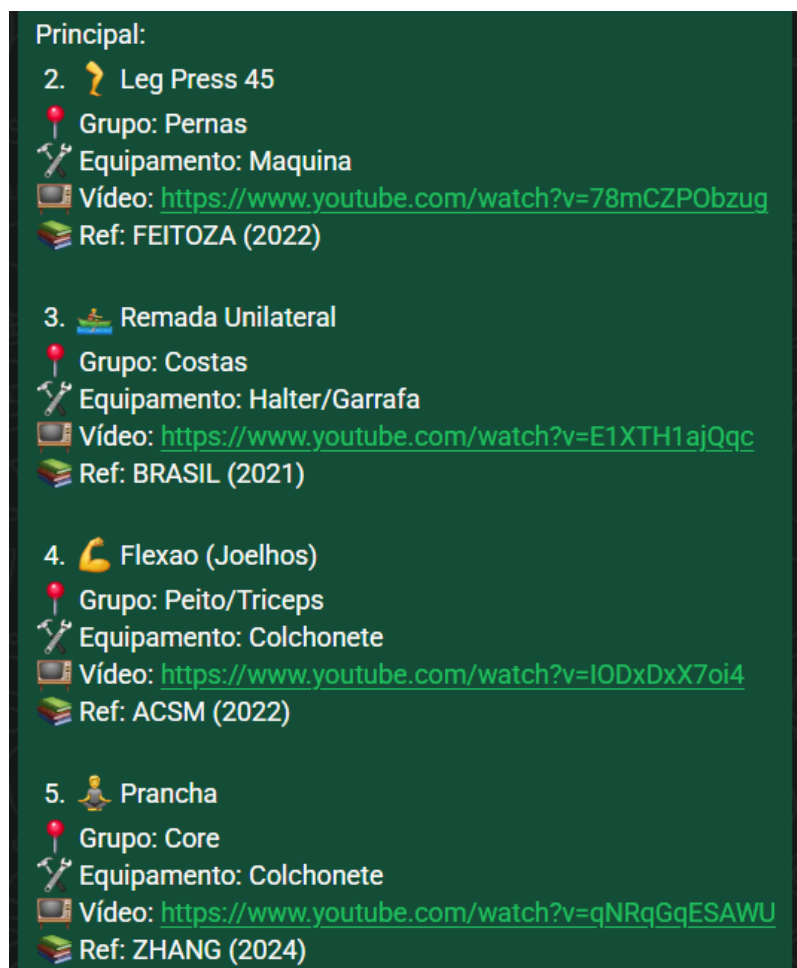
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B10 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Aquecimento (Persona P04: Luiz)



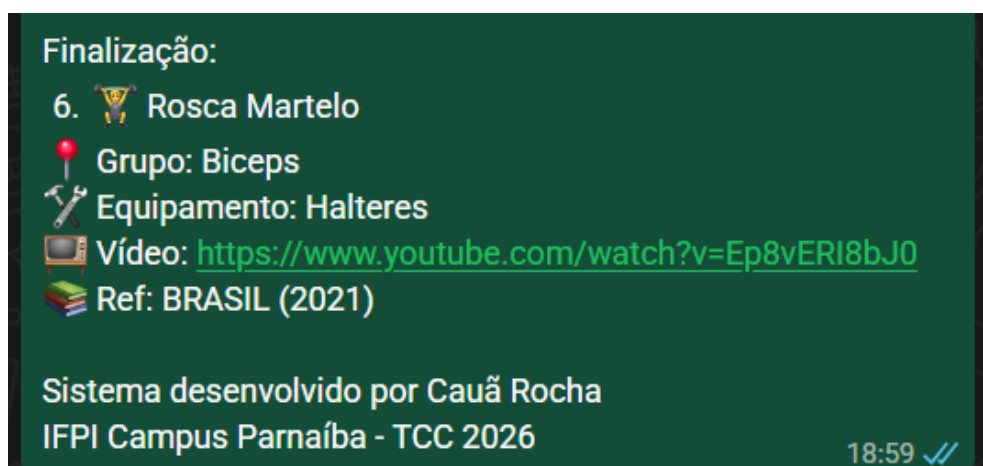
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B11 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Principal (Persona P04: Luiz)



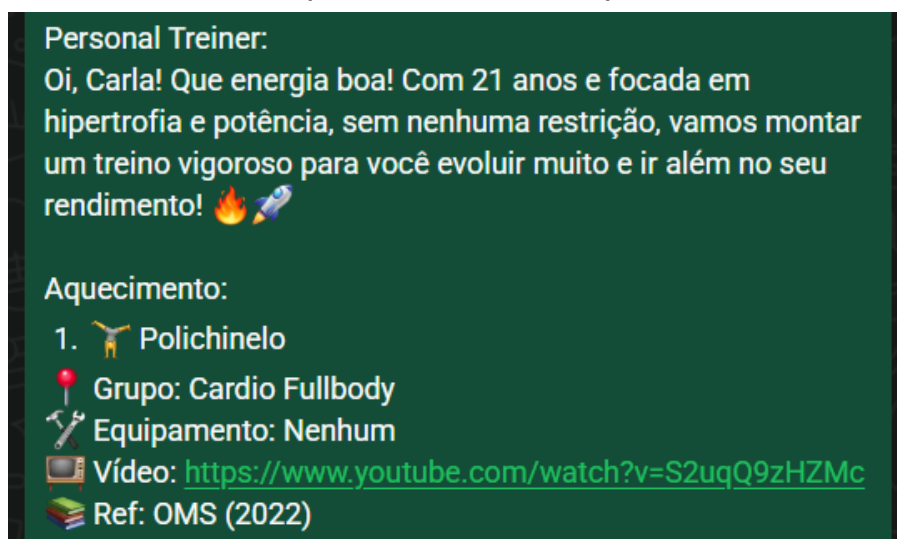
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B12 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Finalização (Persona P04: Luiz)



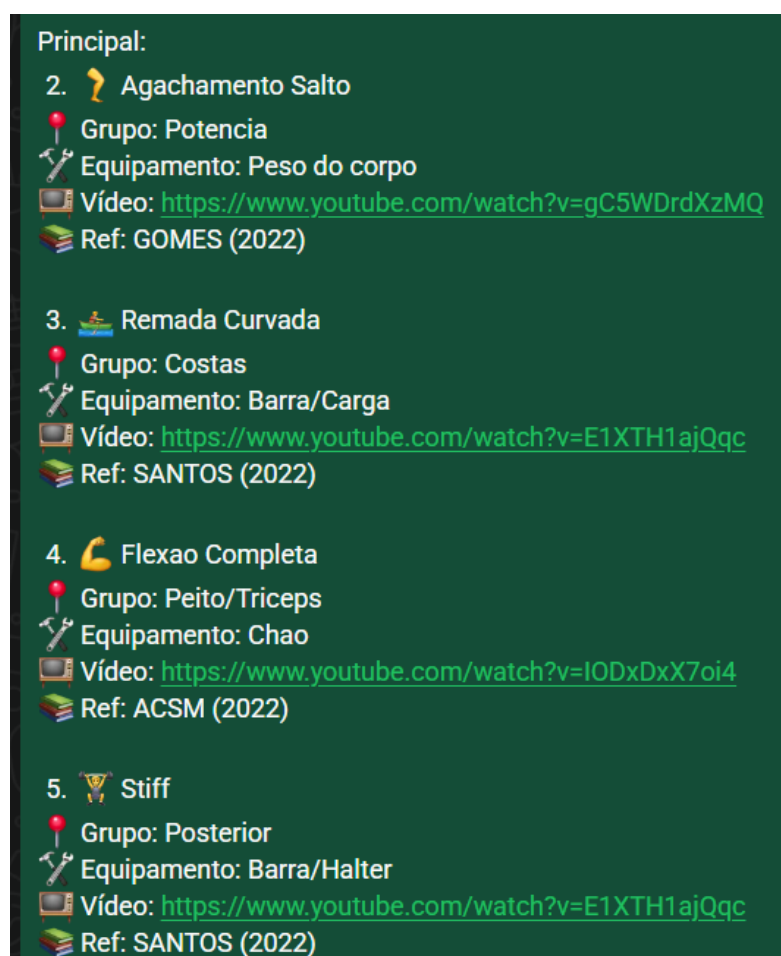
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

**Figura B13 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Aquecimento
(Persona P05: Carla)**



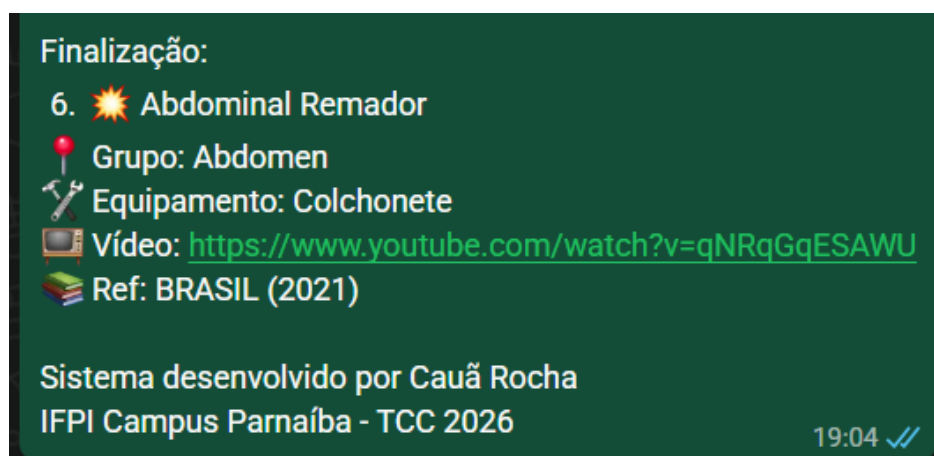
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B14 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Principal (Persona P05: Carla)



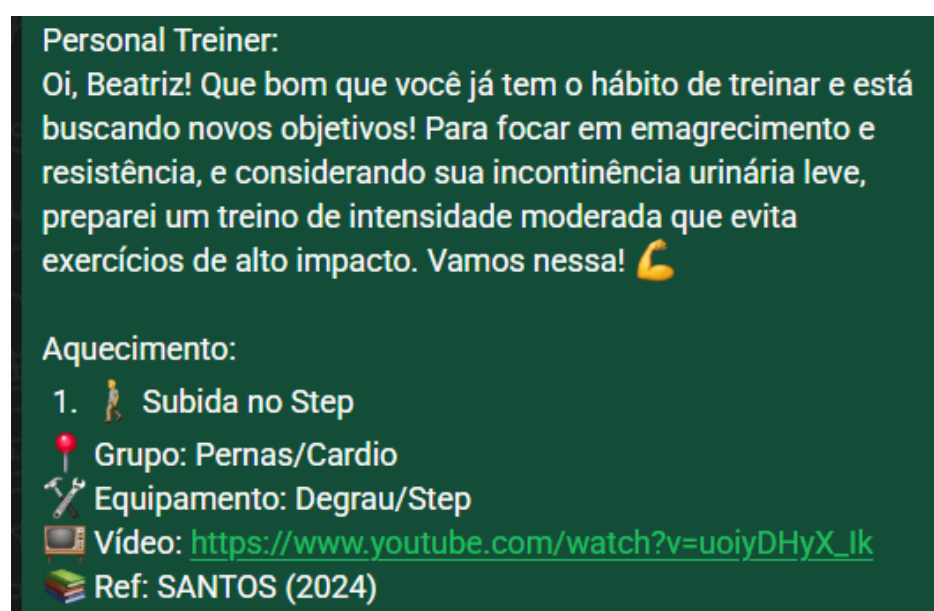
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B15 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Finalização
(Persona P05: Carla)



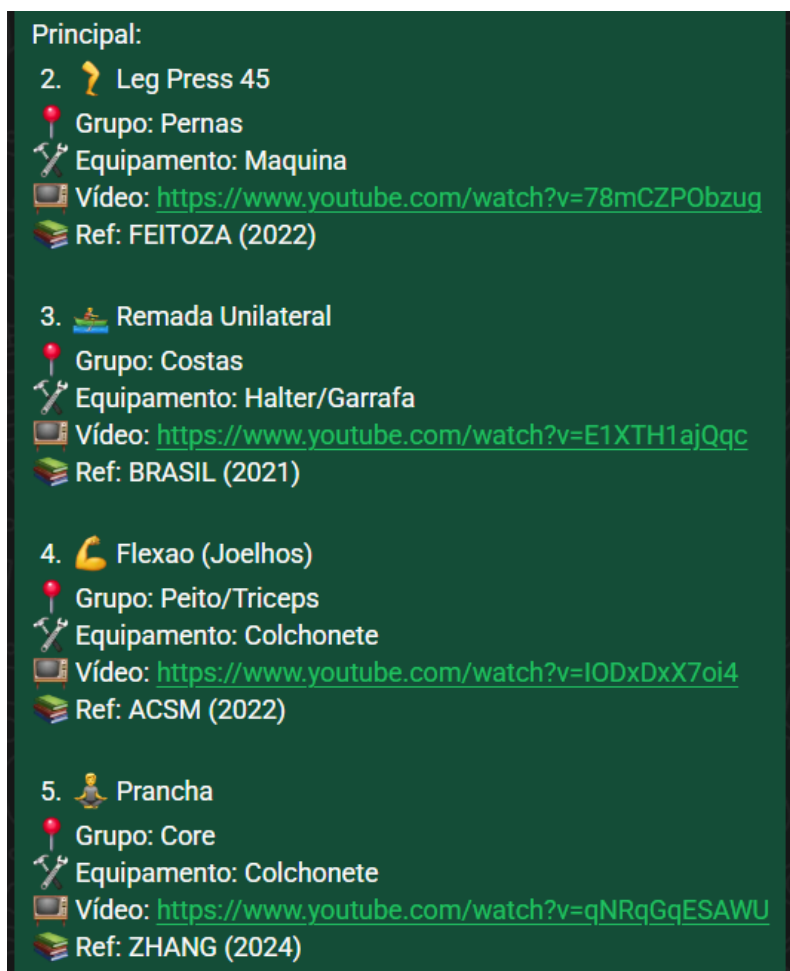
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B16 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Aquecimento
(Persona P06: Beatriz)



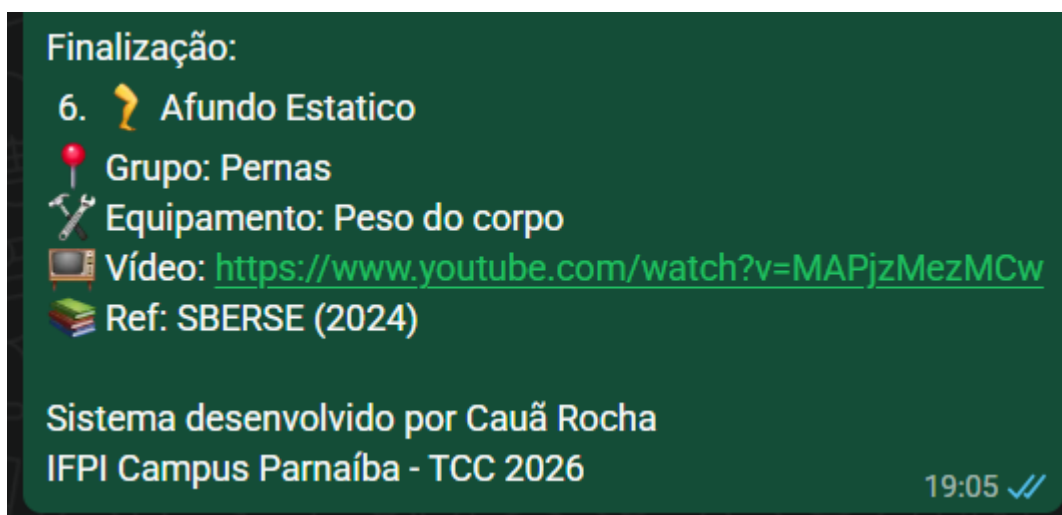
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B17 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Principal (Persona P06: Beatriz)



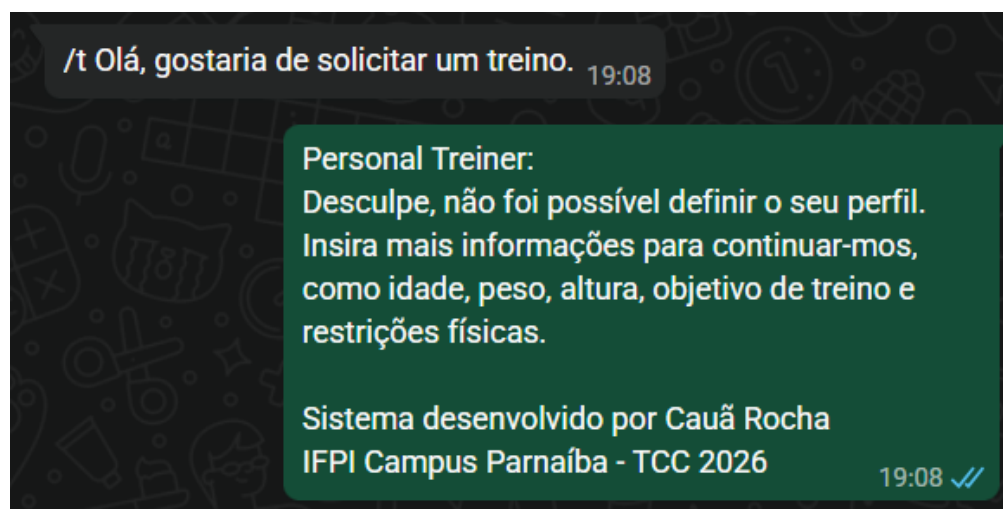
Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B18 — Treino personalizado gerado pelo sistema — Finalização (Persona P06: Beatriz)



Fonte: Captura de tela do autor (2026).

Figura B19 — Mensagem de erro de perfil retornada pelo sistema (Persona P07)



Fonte: Captura de tela do autor (2026).