

FIT RUN: Utilizando Inteligência Artificial para Otimizar o Treinamento de Fartlek (Corrida Ritmada)

Cristiano Haas Fretes¹, Débora Maria Barroso Paiva (orientadora)¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Caixa Postal 549 – 79.070-900 – Campo Grande – MS – Brasil

{cristiano.haas, debora.paiva}@ufms.br

Abstract. *Running has consolidated itself as one of the most practiced sports globally, a phenomenon evidenced by the trend report [Strava Inc. 2024b], which points to an increase in the proportion of people running compared to the year 2023, with 21% of its global users recording running activities. This expansion is significant for public health, given that regular physical activity is a key protective factor in combating cardiovascular diseases and hypertension [World Health Organization 2022]. With this growth, there is also an increased search for training methodologies that optimize performance and bring more dynamism to the runner's routine. In this context, Fartlek, a Swedish training method which translates to “speed play”, combines aerobic and anaerobic exercises and has been widely used by runners worldwide. This work presents Fit Run, a mobile application designed to assist in the practice of Fartlek, structuring varied workouts and offering personalized feedback via Artificial Intelligence to optimize athlete performance.*

Keywords: *Mobile Application. Fartlek Training. Artificial Intelligence. Running.*

Resumo. *A corrida tem se consolidado como um dos esportes mais praticados globalmente, um fenômeno evidenciado pelo relatório de tendências [Strava Inc. 2024b], que aponta um aumento na proporção de pessoas correndo em comparação ao ano de 2023, com 21% dos seus usuários globais registrando atividades de corrida. Essa expansão é significativa para a saúde pública, dado que a atividade física regular é um fator de proteção fundamental no combate a doenças cardiovasculares e hipertensão [World Health Organization 2022]. Com esse crescimento, aumenta também a busca por metodologias de treino que otimizem a performance e tragam mais dinamismo à rotina do corredor. Nesse contexto, o Fartlek, um método de treinamento sueco, que na tradução significa “jogo de velocidade”, combina exercícios aeróbicos e anaeróbicos e tem sido amplamente utilizado por corredores em todo o mundo. Este trabalho apresenta o Fit Run, um aplicativo móvel que auxilia na prática do Fartlek, estruturando treinos variados e oferecendo feedbacks personalizados via Inteligência Artificial para otimização de desempenho.*

Palavras-chave: *Aplicativo Móvel. Treinamento Fartlek. Inteligência Artificial. Corrida de Rua.*

1. Introdução

A corrida de rua consolidou-se como um dos esportes mais populares globalmente, com o relatório de tendências [Strava Inc. 2024b] evidenciando um aumento contínuo na proporção de usuários globais ativos. Concomitante a esta expansão da prática, o combate à inatividade física tornou-se um desafio de saúde pública, visto que a atividade física regular atua como fator de proteção fundamental contra doenças coronárias e hipertensão, estimando-se que cerca de 7% a 8% de todos os casos de doenças cardiovasculares poderiam ser evitados se as pessoas fossem mais ativas [World Health Organization 2022]. Diante desse cenário, há uma necessidade de ferramentas que tornem o treinamento eficiente e acessível, especialmente para indivíduos com tempo limitado.

Nesse contexto, o método Fartlek — termo sueco para “jogo de velocidade” — emerge como uma solução ideal. Comprovado como superior aos treinos de intensidade constante para otimizar a aptidão cardiorrespiratória e a resistência muscular [Shingala and Shukla 2019], o Fartlek oferece ganhos de performance em um tempo otimizado, tornando-o atrativo para a população com restrições de agenda.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do Fit Run, um aplicativo móvel projetado para auxiliar corredores na aplicação precisa e eficaz do método Fartlek. O Fit Run propõe-se a ser uma ferramenta tecnológica que não apenas estrutura os treinos de intensidade variada, mas também oferece um diferencial competitivo crucial: o fornecimento de *feedbacks* e sugestões de progressão de treino personalizados, baseados em Inteligência Artificial (IA).

Para garantir a viabilidade técnica, a arquitetura do aplicativo foi desenvolvida em Flutter [Google 2025a], um Kit de Desenvolvimento de Software (*Software Development Kit – SDK*) multiplataforma, que assegura performance nativa e ampla compatibilidade de mercado. O cerne da solução reside na integração com a Interface de Programação de Aplicações (*Application Programming Interface – API*) do Gemini [Google 2025c], responsável por processar os dados de *pace* (minutos por km) e a consistência do usuário pós-treino. Essa análise converte o registro de dados em inteligência prática, permitindo que o sistema recomende com precisão se o usuário deve aumentar a velocidade dos tiros “Forte”, diminuir o tempo de recuperação “Leve” ou ajustar o número de repetições. Os resultados esperados indicam que o Fit Run se posiciona como um parceiro de treino inteligente, capaz de impulsionar a evolução do desempenho do atleta e fomentar a adoção de hábitos mais saudáveis.

2. Embasamento Teórico e Trabalhos Relacionados

As subseções seguintes apresentam os principais conceitos importantes para este trabalho.

2.1. A Eficácia do Fartlek

De acordo com Shingala e Shukla [Shingala and Shukla 2019], o artigo investiga os efeitos do método de treinamento Fartlek em jovens adultos que não são atletas. O principal objetivo foi verificar a eficácia do treinamento Fartlek na melhoria da aptidão cardiorrespiratória e da resistência muscular em uma população de jovens adultos. A pesquisa foi conduzida em um ensaio clínico randomizado com 32 participantes, que foram divididos igualmente em dois grupos: Grupo A recebeu o treinamento Fartlek por 20 minutos e Grupo B realizou exercício aeróbico na forma de caminhada por 20 minutos. O teste

foi realizado durante 6 semanas e para avaliar os resultados, foram medidos antes e depois do treinamento o Teste de Cooper de 12 minutos (para aptidão cardiorrespiratória) e o número de abdominais (*curl ups*) e agachamentos realizados em 1 minuto (para resistência muscular). Houve uma melhora significativa em ambos os grupos para aptidão cardiorrespiratória e números de abdominais realizados. No entanto, a melhora no número de agachamentos foi significativa apenas no grupo A, que praticou o Fartlek. Na análise comparativa dos dois grupos, foi observado que a melhora no grupo do Fartlek foi estatisticamente superior à do grupo B.

Além dos ganhos em aptidão cardiorrespiratória, a revisão conduzida por Andres [Andres 2024] destaca que a variabilidade de intensidade intrínseca ao Fartlek promove uma melhoria na economia de corrida, permitindo que o atleta mantenha velocidades específicas com menor gasto energético. O autor também ressalta que essa alternância de estímulos contribui para um melhor equilíbrio muscular, funcionando como uma estratégia eficaz na prevenção de lesões comuns causadas pela repetição monótona de movimentos em treinos contínuos.

2.2. Fit Run como Ferramenta Fartlek

A inatividade física representa um dos mais significativos agravantes no cenário da saúde pública atual. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam um cenário alarmante: cerca de 1,4 bilhão de adultos — correspondendo a 27,5% da população adulta global — não atingem os níveis recomendados de atividade física [World Health Organization 2022]. A persistência desse comportamento gera um impacto direto na saúde global, com estimativas indicando que quase 500 milhões de novos casos de doenças crônicas não transmissíveis evitáveis ocorrerão entre 2020 e 2030 se não houver mudança nesse cenário [World Health Organization 2022]. Desses novos casos, projeta-se que quase a metade (47%) resultará de hipertensão, um fator crítico para complicações cardiovasculares [World Health Organization 2022]. Diante desse desafio, o Fit Run surge como uma ferramenta que, de maneira estratégica, além de cumprir o objetivo principal na estruturação dos treinos Fartlek, pode auxiliar e incentivar a mudança de hábitos.

Ao focar especificamente na metodologia Fartlek, a aplicação fornece a estrutura, monitoramento e *feedbacks* necessários que ajudam a guiar o usuário para uma transição de estilo de vida mais ativo, superando obstáculos comuns como a falta de orientação e motivação. Essa abordagem é corroborada por evidências que apontam benefícios psicológicos no método: a variação de ritmo durante o treino ajuda a evitar a monotonia e o esgotamento mental, fatores que frequentemente levam ao abandono da prática esportiva [Andres 2024]. Além disso, atletas relatam uma menor percepção subjetiva de esforço durante sessões de Fartlek em comparação a métodos contínuos, o que favorece a aderência de novos praticantes à rotina de exercícios propostos pelo aplicativo.

A escolha pelo Fartlek é estratégica: por promover melhorias na performance em um tempo otimizado quando comparado a treinos de intensidade constante, o Fit Run se torna uma ferramenta viável e atrativa, sobretudo para o público com rotinas mais restritas, que podem representar uma parcela expressiva da população sedentária.

2.3. Análise dos Aplicativos Disponíveis no Mercado

Foram selecionados três aplicativos para serem analisados: Strava — sendo o mais conhecido e amplamente utilizado, possuindo funcionalidades gerais para corrida [Strava Inc. 2024b] —; o Run Interval, aplicativo direcionado ao público que busca a funcionalidade de treinos intervalados [Can You Hear Me My Software 2024]; e o ASICS Runkeeper, uma plataforma consolidada focada em rastreamento e planos de treino [ASICS Runner App, Inc. 2024].

2.3.1. Strava

Strava é um aplicativo dominante no mercado fitness, funcionando como uma rede social e um robusto monitor de atividades. A sua força reside na comunidade e na análise de dados pós-corrida.

- **Funcionalidade de Treino Intervalado:** o Strava não possui uma ferramenta dedicada e proeminente para criação de treinos Fartlek ou intervalados diretamente em sua interface de gravação principal.
- **Análise pós-treino:** Embora a plataforma processe dados de intervalos, ela não oferece uma representação visual que distinga claramente os trechos específicos de um Fartlek (alternância entre esforço e recuperação). Além disso, o aplicativo limita-se a apresentar métricas descritivas, carecendo de uma análise qualitativa que interprete esses dados para fornecer *feedbacks* sobre a evolução da performance ou sugestões para ajustes no treinamento do usuário.
- **Complexidade:** a interface do Strava é rica em funcionalidades, mas também complexa. Por abranger muitos recursos, para o novo atleta que apenas quer fazer um treino intervalado e rápido, encontrar e configurar essa opção, se disponível no seu plano, pode não ser um processo rápido.

2.3.2. Run Interval

O Run Interval se apresenta como um aplicativo focado em corrida intervalada e Fartlek. Ele oferece a configuração de sessões com metas de tempo e/ou distância para diferentes intensidades.

- **Modelo de negócio e funcionalidades:** A principal barreira é o seu modelo de monetização. A funcionalidade essencial, que é personalizar livremente os treinos, é um recurso pago. Isso cria um atrito imediato entre o usuário que busca flexibilidade, que é a própria essência do Fartlek.
- **Disponibilidade:** Atualmente, o Run Interval está disponível somente para iOS, não abrangendo dispositivos Android e excluindo uma parcela grande dos corredores.
- **Interface do Usuário (UI) e Experiência de Usuário (UX):** A interface do aplicativo, embora funcional, apresenta um painel de dados denso. A tela de resumo, por exemplo, exibe muitas informações de uma só vez, o que pode ser intimidador para corredores iniciantes ou intermediários. Com isso, o Run Interval acaba não apresentando uma interface interativa ou intuitiva. Ela segue um padrão de aplicativos de corrida, muito focado na exibição de métricas, em vez de guiar o usuário de forma lúdica e motivacional.

2.3.3. ASICS Runkeeper

O Runkeeper é um aplicativo tradicional no mercado, reconhecido por sua robustez e foco no rastreamento de diversas atividades físicas.

- **Interface e Usabilidade:** Por ser uma aplicação completa e rica em recursos, a navegação pode se tornar complexa. Usuários podem encontrar dificuldades para configurar treinos ritmados específicos, visto que essa funcionalidade não se apresenta de forma clara e intuitiva em meio às diversas opções disponíveis.
- **Feedback Visual e Sonoro:** O aplicativo conta com *feedback* de áudio, o que contribui positivamente para a acessibilidade e orientação durante o exercício. Contudo, em termos visuais, não apresenta cores consistentes para diferenciar cada ritmo ou zona de intensidade, dificultando a leitura rápida do desempenho pelo usuário durante a corrida.
- **Limitação na Análise:** Apesar de registrar as métricas com precisão, o aplicativo não oferece uma análise pós-treino qualitativa. Ele não processa os dados para gerar um *feedback* interpretativo ou sugestões de melhoria para o usuário, limitando-se a apresentar os números brutos da performance.

3. Introdução ao SDK Flutter no Aplicativo

Para desenvolvimento do Fit Run, a principal tecnologia selecionada foi o Flutter, um moderno SDK de código aberto escrito na linguagem Dart, amplamente difundido e consolidado, mantido pela Google. A arquitetura do projeto foi estruturada seguindo o padrão MVC (Model-View-Controller) para garantir a organização e escalabilidade, enquanto o diferencial foi implementado através da integração com a API do Gemini, também da Google [Google 2025c]. A seguir, estão os principais benefícios que justificam as escolhas:

3.1. Flutter: Desempenho e Desenvolvimento Multiplataforma

Um dos maiores e mais conhecidos benefícios do Flutter é ser uma biblioteca híbrida — ou seja, através de um único código é possível construir uma aplicação multiplataforma. Dessa forma, com o mesmo código fonte é possível construir um aplicativo que funciona para Android e iOS. Além de ser modular, o Flutter também se destaca nos benchmarks, que indicam desempenho melhor frente a outras bibliotecas, como o React Native, superando-o em desempenho e se assemelhando à de aplicações nativas, construídas em Kotlin (Android) ou Swift (iOS). Na Figura 1, é possível observar um gráfico com detalhes do teste conduzido por Bhat [Bhat 2024] onde foi exibida uma lista com mil itens com animações, comparando o uso de memória, CPU e tempo de construção em diferentes dispositivos, utilizando como comparação, uma aplicação construída em Flutter e outra em React Native.

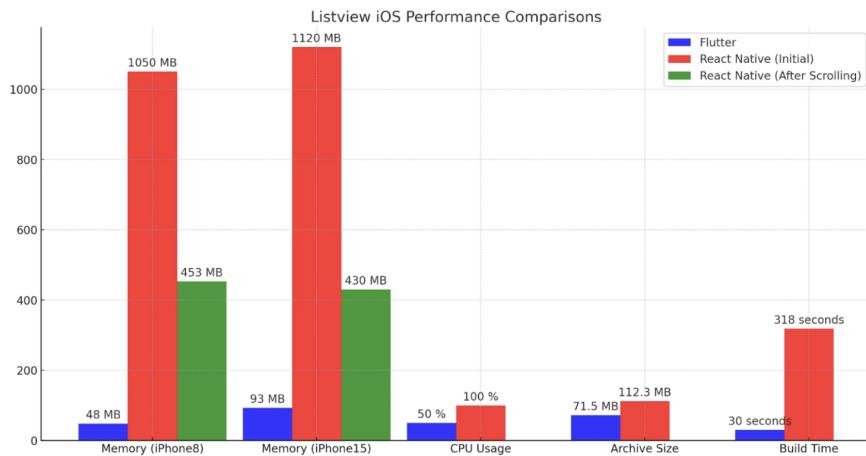


Figura 1. Benchmark de Performance do Flutter. Fonte: [Bhat 2024]

No benchmark ilustrado na Figura 1, é possível ver que o Flutter alcançou um desempenho superior ao executar a função proposta no teste com um uso de memória de aproximadamente 20 vezes abaixo do que o React Native usou para cumprir a mesma tarefa.

3.2. Análise e Especificação de Requisitos

A definição dos requisitos apresentados a seguir fundamenta-se na necessidade de monitoramento sistemático da carga de treinamento, visto que a eficácia da adaptação fisiológica depende da comparação contínua entre a carga externa prescrita (planejamento) e a carga interna de resposta do atleta (análise) [Lambert and Borresen 2010]. Diferente de corridas contínuas, o método Fartlek exige uma alternância precisa de intensidades, o que justifica a necessidade de configurações flexíveis de intervalos (RF005) e alertas sonoros distintos (RF008) para que o atleta não precise olhar a tela constantemente durante o esforço físico.

A inclusão do requisito de Inteligência Artificial (RF014) visa preencher uma lacuna identificada nos aplicativos concorrentes analisados. Enquanto as soluções de mercado tradicionais focam em análises descritivas — apresentando gráficos e métricas do que *já ocorreu* —, este projeto propõe uma abordagem prescritiva. O uso da IA permite transformar dados brutos em orientações práticas de progressão de carga, algo essencial para amadores que não possuem treinadores. Além disso, o uso de tecnologias digitais para monitoramento e *feedback* é encorajado pela OMS como uma estratégia eficaz para aumentar o engajamento e suportar mudanças de comportamento em atividades físicas [World Health Organization 2022].

Por fim, os requisitos não funcionais, especialmente os de performance e usabilidade (RNF001 a RNF008), foram priorizados considerando o contexto de uso do aplicativo: o usuário estará em movimento, muitas vezes sob luz solar direta e com capacidades motoras finas reduzidas devido ao cansaço. Portanto, a resposta imediata do sistema e a clareza visual são cruciais para garantir a segurança e a continuidade do treino.

A seguir são apresentados os principais requisitos do aplicativo.

Requisitos Funcionais

Navegação

- RF001: O app deve oferecer três seções: Home, Atividades e Configurações.
- RF002: O app deve ter opção para pausar, resumir e parar um treino.
- RF003: Exibir os dados dos treinos realizados, incluindo:
 - Data do treino
 - Distância percorrida
 - *Pace* médio
 - Duração
 - Gráfico de variação de *pace*
- RF004: O app deve permitir ajustes de preferência na sugestão da IA.

Configuração de Treinos

- RF005: Possibilitar que o usuário configure um treino Fartlek definindo a intensidade e o tempo ou distância de cada etapa.
- RF006: Possibilitar o usuário de poder definir sua meta do treino por duração ou distância.

Execução de Treinos

- RF007: O usuário deve poder visualizar o percurso atual, a meta e o progresso de cada etapa do ritmo.
- RF008: O app deve emitir alertas sonoros ou por voz para indicar mudança de ritmo.
- RF009: O app deve registrar tempo, distância percorrida e *pace* do usuário.
- RF010: O app deve permitir pausar e retomar um treino em execução.

Análise e Feedback

- RF011: O app deve armazenar histórico de treinos do usuário.
- RF012: O app deve exibir estatísticas detalhadas dos treinos (gráficos e médias de performance).
- RF013: O app deve exibir um mini gráfico indicando a variação de *pace*.
- RF014: O app deve sugerir melhorias com base no desempenho do usuário baseado em recursos de Inteligência Artificial.

Requisitos Não Funcionais

Performance

- RNF001: O app deve processar dados e exibir estatísticas em tempo real sem atrasos perceptíveis.
- RNF002: O app deve contabilizar valores de geolocalização e tempo de maneira precisa e sem atrasos.
- RNF003: O tempo de resposta para comandos do usuário não deve exceder 1 segundo.
- RNF004: Os botões e outras ações do usuário devem conter um *feedback* visível, indicando visualmente que o clique do usuário foi reconhecido.

Segurança

- RNF005: Os dados do usuário devem ser armazenados de forma segura utilizando criptografia.

Compatibilidade

- RNF006: O app deve ser compatível com dispositivos Android e iOS.
- RNF007: O app deve suportar diferentes tamanhos de tela sem comprometer a usabilidade.

Usabilidade

- RNF008: O app deve ser interativo e fácil de usar, permitindo ao usuário gerenciar seus treinos e configurar suas corridas de maneira simplificada.

3.3. Arquitetura MVC

Para organizar a lógica interna do aplicativo, foi adotada a arquitetura MVC, o que torna o código mais limpo, organizado e fácil de manter. Essa separação clara de responsabilidades é crucial para um aplicativo que lida com fluxos de dados em tempo real, facilitando a adição de novas funcionalidades [Le Wagon 2024]. Este padrão separa as responsabilidades do software em três componentes interconectados:

- **Model (Modelo):** Gerencia os dados da aplicação, como dados de corrida e configurações do treino do usuário.
- **View (Visão):** É a interface com a qual o usuário interage, responsável por exibir os dados contidos no Model.
- **Controller (Controlador):** Atua como intermediário entre Model e View, recebendo as entradas do usuário na View e atualizando no modelo, e vice-versa.

Na Figura 2, podemos ter uma visão geral sobre o MVC e o fluxo de dados e informações que ocorrem entre os papéis.

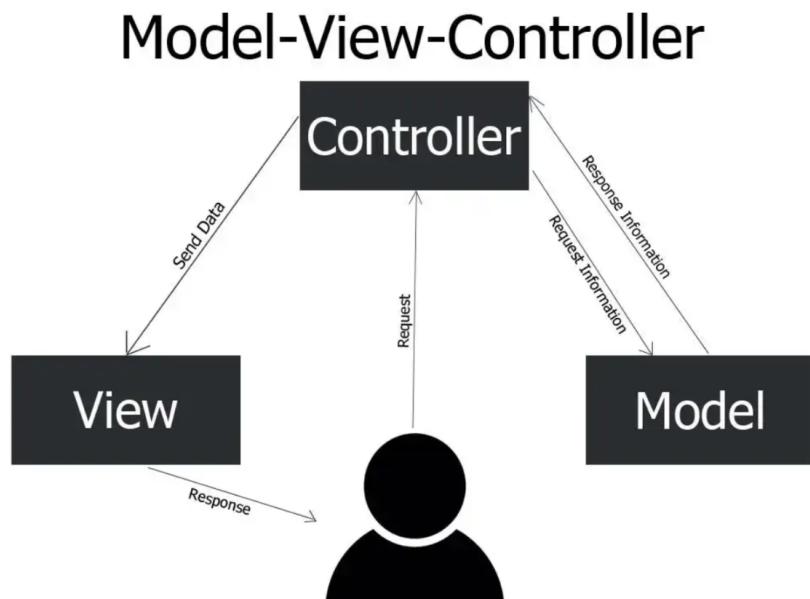


Figura 2. Visão do fluxo no modelo MVC. Fonte: [DIO 2024]

Enquanto a Figura 2 ilustra o comportamento dinâmico e o fluxo de dados entre os componentes, é fundamental compreender como essa arquitetura se traduz na organização

estática do código-fonte do Fit Run. A Tabela 1 concretiza esse mapeamento, detalhando as responsabilidades atribuídas a cada camada e exemplificando com os arquivos reais desenvolvidos para o aplicativo.

Tabela 1. Estrutura de Camadas e Responsabilidades no Projeto Fit Run

Camada	Responsabilidade	Exemplos
Views	Renderizar UI, capturar inputs	home_page.dart, running_page.dart
Controllers	Lógica de negócio, estado, validações	run_controller.dart, maps_controller.dart
Models	Estrutura de dados, serialização	RunActivity, PaceData

Na estrutura apresentada, a camada de *Models* atua como a representação digital das entidades do domínio; por exemplo, a classe `RunActivity` encapsula os atributos essenciais de uma atividade física, como distância e tempo, garantindo a integridade dos dados que trafegam pelo sistema.

A lógica de manipulação desses dados reside nos *Controllers*. O `run_controller.dart`, por exemplo, não possui elementos visuais, mas é responsável por gerenciar o estado da corrida, processar os sinais de GPS recebidos e calcular o ritmo (*pace*) em tempo real. Quando uma atualização de estado ocorre no controlador, ele notifica a camada de *Views*.

As *Views*, como a `running_page.dart`, são puramente reativas e focadas na experiência do usuário. Elas observam as mudanças nos controladores e renderizam a interface gráfica correspondente. Para promover a reutilização de código e a consistência visual — princípios fundamentais da engenharia de software —, a interface é construída através de widgets modulares e reutilizáveis, permitindo uma manutenção eficiente sem ferir a separação de responsabilidades do modelo MVC.

3.4. Implementação (Telas do Fit Run)

A Figura 3 ilustra a tela inicial do aplicativo e mostra funções essenciais para corrida configuradas pelo usuários, ou pré-determinadas pelo aplicativo, caso usuário ainda não tenha realizado nenhum ajuste. Nessa tela o usuário pode ver qual a quilometragem ou tempo total configurado para “Forte” e “Leve” levando em conta a quantidade de repetições da sequência.

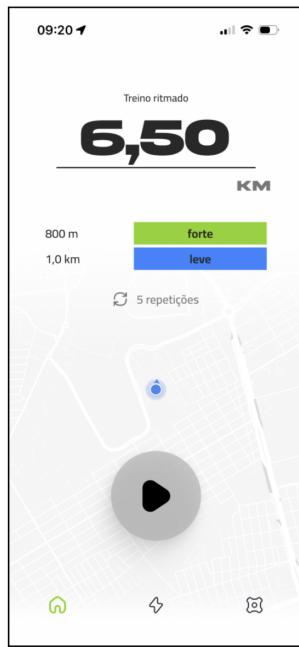


Figura 3. Tela de início. Fonte: Autor (2025)

Pelo menu principal, posicionado na parte inferior do aplicativo, o usuário pode navegar para outras duas telas: de atividades (representada pela Figura 4) e de preferências (representada pela Figura 5).



Figura 4. Tela de atividades. Fonte: Autor (2025)

Ao navegar para a tela de atividades, exibida na Figura 4, o usuário pode ver suas últimas corridas registradas. Categorizadas em “Treino Ritmado” (Fartlek) e “Treino Livre”, sendo exibido a distância, tempo e *pace* médio em que foi executado. Há também

um gráfico de barras indicando o *pace* realizado em cada trecho. Para o “Treino Ritmado”, cada barra é um trecho que ele configurou para “Forte” e “Leve” com as respectivas cores verde e azul. Para o “Treino Livre”, cada *pace* barra indica 1 km completo ou incompleto que o usuário percorreu.

Na última opção de navegação do menu, encontra-se a tela de preferências, conforme exibido na Figura 5. O usuário tem a possibilidade de desativar o recebimento de “Sugestões de IA” após a conclusão do seu Treino Ritmado. Adicionalmente, o usuário pode visualizar a Política de Privacidade do aplicativo e solicitar a exclusão permanente de seus dados, uma funcionalidade obrigatória em conformidade com as diretrizes de tratamento de dados da Apple e do Google.



Figura 5. Tela de preferências. Fonte: Autor (2025)

Na Figura 6, observa-se a tela de detalhes da corrida. Ao término do treinamento, o usuário é redirecionado para esta tela, onde são exibidas informações como o tempo, a distância e o *pace* médio em que a atividade foi executada.

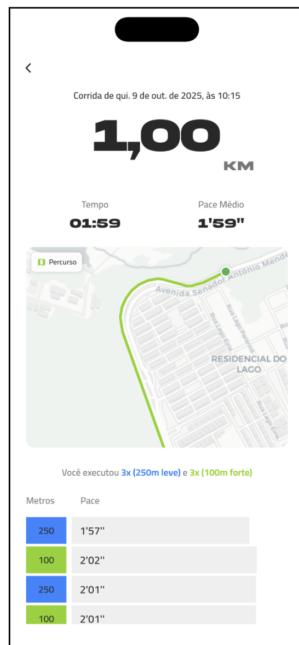


Figura 6. Tela detalhes da corrida. Fonte: Autor (2025)

Ao deslizar a tela para baixo, o usuário visualiza a análise gerada pela Inteligência Artificial (Figura 7), contendo informações relevantes como o diagnóstico do treinamento em curso e recomendações de aprimoramento para as próximas corridas. Esta análise fornece ao usuário um *feedback* mais preciso sobre possíveis ajustes a serem implementados no próximo treino, especialmente em relação às intensidades e durações de cada segmento a ser configurado.

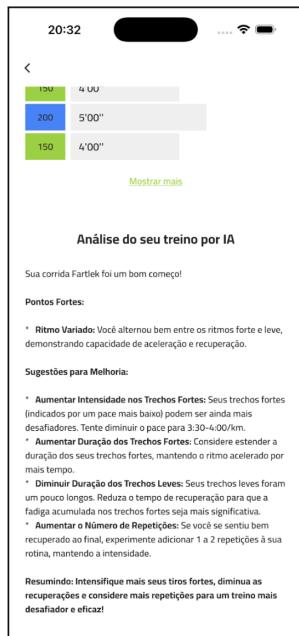


Figura 7. Tela detalhes da corrida com análise da IA. Fonte: Autor (2025)

A Figura 8 ilustra algumas das telas principais do aplicativo, sendo que três delas (Tela 1, 2 e 3) são acessadas através do menu principal. A Tela 4 permite ao usuário configurar seu treino, seja ele livre ou ritmado, ajustando o tempo ou a distância e modificando a quantidade de repetições desejadas. O usuário também pode definir se o treino se inicia com intensidade “Forte” ou “Leve”. Por meio da Tela 5, o usuário tem acesso à configuração geral do aplicativo, onde pode optar por não receber os insights de IA.

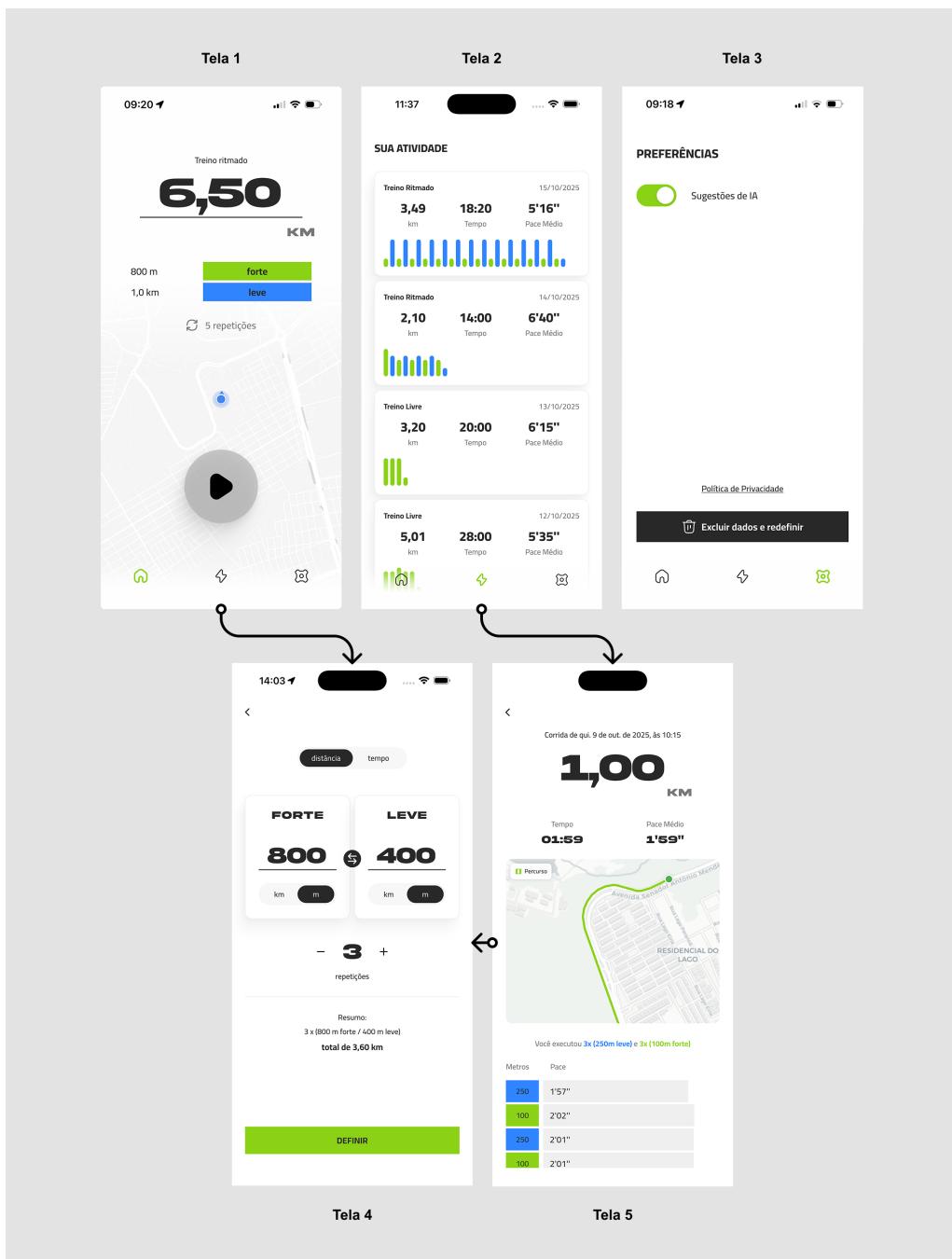


Figura 8. Telas e fluxos do aplicativo Fit Run. Fonte: Autor (2025)

4. Teste e Validação do Aplicativo

A fase de teste do Fit Run foi um componente crítico do ciclo de desenvolvimento, focada em garantir a funcionalidade, precisão e a usabilidade da aplicação. Um dos maiores desafios técnicos encontrados foi de trabalhar na precisão do GPS para que os dados de localização, distância e ritmo do usuário fossem capturados de forma condizente com os valores reais, um requisito indispensável para a credibilidade de um aplicativo de corrida, por ser uma funcionalidade básica para todo o funcionamento.

Outra dificuldade inerente ao projeto era a da própria natureza da aplicação: a necessidade de movimento para a captura dos dados e, consequentemente, para os testes. A validação das funcionalidades principais exigiria deslocamentos físicos constantes por diferentes distâncias, um processo que seria não apenas demorado, mas também difícil de replicar com consistência para depurar erros.

Para superar esse obstáculo, a estratégia adotada foi a de emulação de localização e movimento. Esta abordagem foi implementada utilizando o aplicativo Lockito [Villeneuve 2024] na plataforma Android. A ferramenta permitiu simular percursos entre dois ou mais pontos, com a capacidade de definir uma velocidade de deslocamento constante e controlada através do emulador. A Figura 9 ilustra a aplicação prática dessa estratégia, evidenciando a execução de um cenário de teste onde o trajeto simulado é processado pelo Fit Run em tempo real para verificação da precisão.

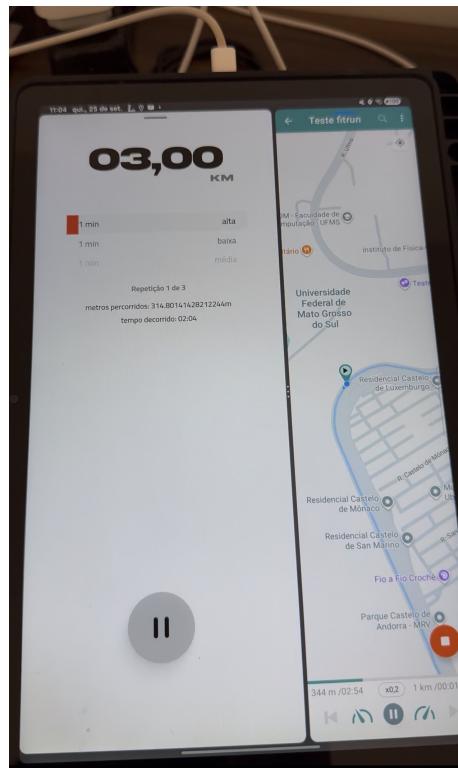


Figura 9. Teste de precisão de GPS e captura de rota utilizando emulação via Lockito.

Dessa forma, foi possível realizar testes exaustivos em ambiente controlado, validando a lógica de cálculo do *pace*, a transição entre os intervalos “Forte” e “Leve”

do Fartlek e o funcionamento geral do aplicativo sem a necessidade de testes reais na rua. Essa metodologia não só otimizou drasticamente o tempo de desenvolvimento, como também permitiu uma análise mais precisa e replicável do comportamento do software, algo que seria consideravelmente mais completo em condições reais de campo.

4.1. Análise de Desempenho e Feedback com Inteligência Artificial

O principal diferencial do Fit Run reside na sua integração com o Gemini, que comprovou ser eficaz na análise de dados pós-treino. Especificamente, o sistema transforma dados brutos de GPS e tempo em insights de treinamento valiosos para o usuário. Para essa funcionalidade, foi empregado o modelo Gemini 2.5 Flash-Lite [Google 2025b]. A escolha por este modelo se justifica por ser o mais rápido e leve disponível até a data de publicação. Essa opção não só garante uma resposta ágil, essencial para a experiência do usuário, como também resulta em um custo operacional inferior se comparado ao modelo 2.5 Pro. Visto que os dados de corrida enviados não requerem processamento ou cálculos de alta complexidade, a performance e a eficiência do Gemini 2.5 Flash-Lite o tornaram a escolha ideal e consistente para a aplicação.

A funcionalidade de análise por IA cumpre o requisito funcional RF014, fornecendo sugestões de melhorias com base na performance do usuário. O processo de análise se dá através do envio dos dados de corrida ao Gemini como um histórico de segmentos e a configuração original do Fartlek. A IA avalia:

- **Consistência de Ritmo:** Verifica se o ritmo mantido pelo usuário nos segmentos “Forte” e “Leve” do Fartlek corresponde à intensidade relativa esperada.
- **Progressão:** Compara o *pace* médio do treino atual com o histórico de atividades, indicando se houve evolução ou necessidade de ajustes.

Para viabilizar essa análise, a entidade `RunActivity`, previamente definida na camada de *Models*, passa por um processo de serialização, sendo convertida para o formato JSON (*JavaScript Object Notation* — Notação de Objetos JavaScript). O JSON atua como um padrão leve de intercâmbio de dados, estruturando as informações de distância, tempo e os segmentos percorridos em um formato textual legível tanto por humanos quanto por máquinas. Esse objeto estruturado é então anexado a um *prompt* pré-definido e enviado à API do Gemini.

Com a arquitetura de integração definida, foram realizados testes unitários para mensurar o desempenho do modelo escolhido frente a diferentes volumes de dados. A Tabela 2 apresenta os resultados quantitativos obtidos em cenários de corridas curta, média e longa.

Tabela 2. Resultados dos Testes de Integração com Gemini 2.5 Flash-Lite

Cenário de Teste	Tamanho Entrada (KB)	Tokens Estimados	Tempo de Resposta (s)	Tamanho Resposta (chars)
Corrida Curta (1.5km)	1,65	565	2,09	633
Corrida Média (5km)	6,07	1698	2,22	482
Corrida Longa (10km)	11,79	3160	1,64	503
Média Global	6,50	1807	1,98	539

Os dados revelam uma latência média de processamento de aproximadamente 1,98 segundos, garantindo uma experiência fluida para o usuário no pós-treino. Nota-se ainda que o aumento no volume de dados na corrida longa (10km) não resultou em degradação da performance, validando a escalabilidade do modelo Flash-Lite.

Os resultados da análise do Gemini geram um texto conciso que sugere modificações paramétricas para o próximo treino Fartlek, como: “Aumente o tempo do intervalo forte de 1:30 para 1:45” ou “Mantenha o mesmo ritmo, mas aumente o número de repetições”. Essa intervenção personalizada auxilia diretamente o usuário a compreender seu ritmo e sua evolução ao longo do tempo, validando a premissa central do projeto.

No entanto, a análise está atualmente limitada aos dados de geolocalização e tempo. A ausência de dados fisiológicos, como a frequência cardíaca, representa a principal lacuna para a profundidade do *feedback*. A frequência cardíaca, é o indicador mais preciso do esforço cardiovascular, permitindo à IA diferenciar entre um ritmo “Forte” bem executado e um ritmo “Forte” que causou exaustão excessiva.

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O desenvolvimento do Fit Run consolidou-se como uma iniciativa tecnicamente viável, resultando em um aplicativo móvel robusto e escalável que cumpriu integralmente os requisitos funcionais e não funcionais estabelecidos. A escolha estratégica por uma arquitetura em Flutter, combinada ao padrão MVC, foi fundamental para assegurar a facilidade na manutenção do código e a estabilidade da aplicação. Essa robustez foi corroborada pelos testes integrados, que comprovaram uma eficiência de latência no processamento de dados, assegurando que a interação com o Gemini ocorra dentro dos parâmetros exigidos para garantir uma experiência de usuário fluida e responsiva.

Complementando essa estrutura técnica validada, o cerne do diferencial do Fit Run reside na integração da API do Gemini. Essa tecnologia eleva a aplicação de um mero registrador de GPS para um treinador inteligente e proativo, capaz de analisar a performance de forma analítica e não apenas descritiva. Ao processar o ritmo e a consistência dos segmentos “Forte” e “Leve”, a Inteligência Artificial fornece *feedback* açãoável, orientando o corredor em sua evolução. Essa abordagem preenche uma lacuna observada em aplicações consolidadas como Strava [Strava Inc. 2024a], Run Interval [Can You Hear Me My Software 2024] e Runkeeper [ASICS Runner App, Inc. 2024], que, embora eficazes no rastreamento social ou na cronometragem, limitam-se a exibir métricas sem oferecer interpretação qualitativa automatizada. Desta forma, o método proposto não apenas estrutura os treinos de intensidade, mas também consolida o objetivo central do trabalho: transformar dados brutos em um ciclo contínuo de melhoria e autoconhecimento do desempenho atlético do usuário.

O aplicativo desenvolvido, denominado Fit Run, encontra-se disponível publicamente para download nas principais lojas de aplicativos móveis [Fretes 2025], permitindo a validação da proposta pela comunidade.

5.1. Trabalhos Futuros

Para aprimorar a eficácia do Fit Run e a precisão das sugestões geradas pela Inteligência Artificial, foram identificados os seguintes trabalhos futuros:

Integração com smartwatches e sensores de frequência cardíaca: A melhoria mais crítica é a integração com APIs de saúde (como Google Fit ou HealthKit) e dispositivos vestíveis (wearables), como smartwatches. A inclusão da frequência cardíaca na análise de dados permitirá que o Gemini avalie o esforço real do corredor. Ao analisar a variação do *pace* em relação às zonas de frequência cardíaca, a IA poderá fazer recomendações mais seguras e eficazes, movendo a análise de performance para uma análise de esforço fisiológico.

Recomendações pró-ativas de treino: Atualmente, a IA oferece um *feedback* pós-treino. Uma melhoria futura seria a criação de um módulo que gere o treino Fartlek automaticamente para o usuário, ajustando a intensidade e a duração dos segmentos com base no histórico de desempenho e na meta estabelecida.

Sincronização em nuvem: Na aplicação atual, os dados do usuário não são salvos em nuvem, o que dificulta muitas vezes a troca de dispositivo, caso o usuário queira migrar. A melhoria que pode ser feita é permitir ao usuário criar uma conta e junto com a utilização do app durante os treinos, haver uma sincronização automática em nuvem.

Referências

- Andres, L. R. (2024). Do laboratório para a pista: evidências científicas dos benefícios do treino Fartlek. *Ets Scientia - Revista Interdisciplinar*, 2(3):1–19. Disponível em: <https://esabere.com/index.php/etscientia>. Acesso em: 28 nov. 2025.
- ASICS Runner App, Inc. (2024). Runkeeper: Correr melhor. App Store; Google Play. Disponível em: App Store; Google Play. Acesso em: 28 nov. 2025.
- Bhat, N. (2024). Flutter vs. React Native: Performance benchmarks you can't miss. Medium. Disponível em: <https://nateshmbhat.medium.com/flutter-vs-react-native-performance-benchmarks-you-cant-miss>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- Can You Hear Me My Software (2024). Run Interval - running timer. App Store. Disponível em: App Store. Acesso em: 24 jul. 2025.
- DIO (2024). Arquitetura MVC: entenda o que é e como utilizá-la. Disponível em: <https://www.dio.me/articles/arquitetura-mvc-Y2NCS8>. Acesso em: 11 out. 2025.
- Fretes, C. H. (2025). Fit Run: Corra Fartlek com IA. Aplicativo móvel. Disponível em: <https://apps.apple.com/br/app/fit-run-corra-fartlek-com-ia/id6743770507> e <https://play.google.com/store/apps/details?id=app.fitrun.com>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- Google (2025a). Flutter. Disponível em: <https://flutter.dev/>. Acesso em: 3 fev. 2025.
- Google (2025b). Gemini 2.5 Flash e 2.5 Pro (modelos de IA generativa). Disponível em: <https://docs.cloud.google.com/vertex-ai/generative-ai/docs/models/gemini/2-5-flash-lite>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- Google (2025c). Sobre o Gemini. Disponível em: <https://gemini.google/br/about/?hl=pt-BR>. Acesso em: 2 ago. 2025.
- Lambert, M. I. and Borresen, J. (2010). Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3):406–411.
- Le Wagon (2024). O que é padrão MVC? Disponível em: <https://blog.lewagon.com/pt-br/skills/o-que-e-padroao-mvc/>. Acesso em: 5 ago. 2025.
- Shingala, M. and Shukla, Y. (2019). Effectiveness of Fartlek training on cardio-respiratory fitness and muscular endurance in young adults: A randomized control trial. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 13(2):86–89. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332757285>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- Strava Inc. (2024a). Strava: corrida, pedal, trilha. App Store; Google Play. Disponível em: App Store; Google Play. Acesso em: 12 ago. 2025.
- Strava Inc. (2024b). Strava releases annual Year in Sport trend report. Disponível em: <https://press.strava.com/pb/articles/>

strava-releases-annual-year-in-sport-trend. Acesso em: 7 jul. 2025.

Villeneuve, D. (2024). Lockito - GPS itinerary faker. Google Play. Disponível em: Google Play. Acesso em: 15 ago. 2025.

World Health Organization (2022). *Global status report on physical activity 2022*. World Health Organization, Geneva. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059153>. Acesso em: 27 nov. 2025.