



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
CURSO ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

RAQUEL DE LIMA CADETE

CORRIDA VIRTUAL ESTACIONÁRIA: UMA PLATAFORMA PARA UMA NOVA
MODALIDADE DE CORRIDA

PICOS

2024

RAQUEL DE LIMA CADETE

CORRIDA VIRTUAL ESTACIONÁRIA: UMA PLATAFORMA PARA UMA NOVA
MODALIDADE DE CORRIDA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Análise e
Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Picos.

Orientadora: Prof^ª. Me. Jader Anderson Oliveira de
Abreu.

PICOS

2024

CORRIDA VIRTUAL ESTACIONÁRIA: UMA PLATAFORMA PARA UMA NOVA MODALIDADE DE CORRIDA

Raquel de Lima Cadete
Jader Anderson Oliveira de Abreu

RESUMO

O presente artigo apresenta uma plataforma de corrida estacionária visando a prática de atividades físicas em casa através do uso de inteligência artificial. A Corrida Virtual Estacionária busca recriar a experiência da corrida de rua, sem sair de casa. Criando assim uma nova modalidade de esporte digital. Para avaliar a proposta, 20 usuários foram entrevistados, obtendo resultados positivos no que diz respeito à necessidade e interesse dos adeptos de corrida de rua para essa nova modalidade de esporte digital. Os testes do protótipo são apresentados, destacando os *feedbacks* dos participantes e as melhorias implementadas. Posteriormente, os resultados dos testes do Produto viável mínimo(MVP) são discutidos, revelando a receptividade positiva, com 100% de aprovação na facilidade de uso, 80% de interesse em incorporar a corrida estacionária virtual em rotinas de exercícios, e 46% atribuindo a nota máxima à experiência. Estes resultados consolidam o sucesso da proposta, indicando que a plataforma oferece uma experiência envolvente e atrativa para os usuários, potencialmente impactando positivamente o mercado fitness digital.

Palavras-chave: simulador de corrida; corrida estacionária virtual; corrida estacionária; corrida virtual; saúde.

ABSTRACT

This article introduces Virtual Stationary Running, a stationary running simulator that utilizes artificial intelligence to enable users to engage in physical activity at home. The aim is to recreate the experience of street running, thereby offering a new form of digital sport. The proposal was evaluated through interviews with 20 users, who expressed a strong interest in this innovative type of exercise. The article discusses the prototype tests, highlighting the feedback received from participants and the subsequent improvements made. The results of the minimum viable product (MVP) tests are also presented, indicating a positive reception. Users found the platform easy to use, with 80% expressing interest in incorporating virtual stationary running into their exercise routines and 46% giving the experience top ratings. These findings suggest that the proposal is successful, offering an engaging and appealing experience for users while potentially making a positive impact on the digital fitness market.

Keywords: Running Simulator; Virtual Stationary Race; Stationary Race; Virtual Race; Health.

Data de aprovação: 05/02/2024 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

De acordo com um boletim emitido pelo Sebrae, as corridas de rua foram responsáveis por movimentar mais de 3 bilhões de reais no Brasil em 2019, criando diversos negócios relacionados à essa atividade esportiva. A cada ano a atividade ganhava mais adeptos e movimentando o mercado de eventos, moda e alimentação. (Muniz, 2019) No entanto, a pandemia de covid-19 impactou, suspendeu e cancelou diversas atividades ligadas aos esportes, dentre elas as corridas de rua. Essa modalidade de esporte costuma aglomerar centenas ou milhares de pessoas nos locais de início e fim das corridas e portanto foram proibidos em muitas cidades durante o ano de 2020 e 2021. (Eu Atleta, 2020)

Em meio a uma crise de saúde, as restrições da pandemia impediram as pessoas de praticarem corridas ao ar livre. A pandemia do Covid-19 alterou os hábitos dos esportistas em todo o planeta, de forma que não pudesse mais realizar treinos ao ar livre e em locais frequentados por outras pessoas. De acordo com o Year in Sport (relatório anual divulgado pelo Strava), apesar dos hábitos terem mudado, a comunidade esportiva conseguiu se adaptar e criar novos hábitos para se manterem ativos de acordo com as restrições. No Brasil, apenas em 2020, foram percorridos 133,1 milhões de km em comparação aos 98,4 milhões de km registrados em 2019 no Strava. (Granchi, 2020)

Embora a pandemia tenha apresentado muitos desafios para os corredores, também mostrou a importância de adaptar-se a novas situações e encontrar soluções criativas para manter uma rotina saudável. Foi pensando nisso que foi proposto uma plataforma de corrida virtual estacionária. Onde os atletas possam fazer atividade física de suas casas, para isso, seria necessário apenas um notebook ou computador com câmera.

A corrida virtual estacionária aconteceria através da câmera, a plataforma iria capturar imagens do atleta e usaria inteligência artificial para rastrear e calcular o esforço realizado pela movimentação dos atletas. A partir disso um ambiente virtual poderia ser criado para que o atleta se sinta imerso na corrida com imagens e cenários de outras cidades do mundo. O ambiente de competição e envolvimento da corrida de rua também seria simulado, com todos os outros atletas online aparecendo na competição. Ao terminar a corrida, um pódio virtual seria montado com a classificação do atleta.

A corrida virtual estacionária surgiu a partir da corrida estacionária, também conhecida como corrida no lugar, que é uma forma de exercício em que você corre sem se deslocar fisicamente do ponto em que está. Basicamente, é como se você estivesse correndo no mesmo lugar, levantando alternadamente os joelhos em direção ao peito enquanto mantém uma postura de corrida.

Praticar a corrida estacionária pode ser benéfico por várias razões, sendo elas: condicionamento cardiovascular, queima de calorias, fortalecimento muscular, melhora do equilíbrio e coordenação, baixo impacto nas articulações e praticidade. (Borim, 2023)

Embora a corrida virtual estacionária ofereça benefícios, é importante complementar sua rotina de exercícios com outros tipos de atividades físicas para obter um treino completo e equilibrado. Consultar um profissional de saúde ou um educador físico também é recomendado antes de iniciar qualquer programa de exercícios.

Foi nesse contexto que surgiu a ideia de criar uma plataforma de corrida estacionária e foi criada uma startup, chamada Viagens Virtuais, com o objetivo de levar saúde e lazer para todas as pessoas, permitindo que as mesmas participem de corridas virtuais em qualquer lugar do mundo.

A próxima seção apresenta a metodologia aplicada nessa proposta. Em seguida, os resultados serão descritos e por último as conclusões. Finalmente, este artigo descreve o planejamento do sistema que consiste em uma plataforma web.

2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo tem como objetivo identificar o público-alvo potencial da plataforma e investigar o nível de conhecimento das pessoas sobre a Corrida Estacionária.

Para atingir esse objetivo, foi empregado o método de entrevista semi-estruturada (Smith, 2015), que é uma técnica de pesquisa em que o entrevistador tem um conjunto de tópicos ou questões principais, mas também possui flexibilidade para explorar tópicos adicionais e seguir o fluxo da conversa (Jones et al., 2018). Ao contrário de uma entrevista estruturada, essa abordagem permite ajustar as perguntas e abordagens de acordo com as respostas e a direção da discussão, buscando obter informações mais profundas e insights mais ricos sobre o assunto em estudo (Brown & Davis, 2020). É comumente usada em pesquisas qualitativas para capturar experiências pessoais, opiniões e percepções dos entrevistados (Johnson et al., 2017).

Existem diversos autores e pesquisadores que discutem e utilizam a técnica da entrevista semi-estruturada em suas pesquisas. Alguns exemplos de autores renomados nessa área incluem: Robert K. Yin: Autor do livro "Case Study Research: Design and Methods", Yin aborda a entrevista semi-estruturada como uma das principais técnicas para coleta de dados em estudos de caso. Marshall W. Silverman: Autor de "Qualitative Research: Theory, Method and Practice", Silverman explora o uso da entrevista semi-estruturada como uma abordagem qualitativa para a pesquisa social. Sharan B. Merriam: Autora de "Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation", Merriam discute a entrevista semi-estruturada como uma das técnicas mais comuns para a coleta de dados em pesquisas qualitativas.

Esses são apenas alguns exemplos de autores que discutem a entrevista semi-estruturada em suas obras. Há uma vasta literatura disponível sobre o tema, com diversos outros pesquisadores e acadêmicos contribuindo com suas visões e abordagens específicas.

Foram planejadas entrevistas com indivíduos abordados enquanto caminhavam nas ruas. Os locais selecionados para as entrevistas foram a ciclovia da Avenida Severo Eulálio, localizada na cidade de Picos, Piauí, e a ciclovia da Avenida Reitor Joaquim Amazonas, na Universidade Federal de Recife. Essas áreas foram escolhidas por serem locais frequentados por atletas e iniciantes, visando obter uma amostra diversificada. As entrevistas foram realizadas em março de 2021. Os participantes foram selecionados aleatoriamente durante cinco dias, no período de fim de tarde. Para conduzir as entrevistas, utilizou-se o formulário de avaliação de experiência de testador.¹

Foram planejadas 50 entrevistas, abordando aspectos relacionados à realidade virtual (RV), corrida de rua e corrida estacionária.

Além da metodologia de entrevista semi-estruturada, nos próximos passos deste projeto foi adotado a metodologia *Scrum* com um quadro *Kanban* para a gestão do projeto. Após a realização de uma sessão de brainstorming, na qual diversas pessoas foram reunidas em torno do tema específico - Corrida Virtual Estacionária - foi possível conceber um esboço robusto para a criação do MVP, utilizando as ideias geradas durante essa atividade colaborativa.

¹ Formulário de avaliação de experiência de testador disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/10kAM08j5Jaco-xkHkS-98gPhA4xa4e9U/view?usp=drive_link>

O método *Scrum* é um framework ágil amplamente utilizado para o desenvolvimento de projetos complexos, permitindo a adaptação e a entrega contínua de valor ao longo do tempo (SCRUM GUIDE, 2023). Ele é baseado em ciclos iterativos e incrementais, conhecidos como sprints, nos quais as atividades são planejadas, executadas e revisadas.

O quadro *Kanban* é uma ferramenta visual que originou do Sistema Toyota de Produção e é amplamente utilizado em métodos ágeis de gerenciamento de projetos e processos. Ele visa melhorar a eficiência, a comunicação e a visualização do fluxo de trabalho. O termo "*Kanban*" significa "cartão visível" ou "sinal" em japonês, e a abordagem se baseia em cartões visuais que representam tarefas ou itens em um quadro. (Suzuki, 2010)

O Brainstorming refere-se a uma técnica de geração de ideias em grupo, onde os participantes são encorajados a expressar livremente suas sugestões, sem críticas iniciais. Essa abordagem visa promover a criatividade e a produção de ideias inovadoras.

O termo "MVP" se refere a "*Minimum Viable Product*" ou, em português, "Produto Mínimo Viável". O conceito é central em metodologias ágeis e empreendedorismo, especialmente na área de desenvolvimento de produtos e startups. O MVP é uma versão inicial e simplificada de um produto que contém apenas as funcionalidades essenciais para atender às necessidades básicas dos usuários. A ideia por trás do MVP é lançar rapidamente um produto no mercado para obter feedback valioso dos usuários, minimizando o tempo e os recursos investidos no desenvolvimento. Para avaliar o MVP foram realizadas novas entrevistas, utilizou-se o formulário que será apresentado na seção 5.2.

A seguir é demonstrado os resultados da pesquisa semi-estruturada.

3 RESULTADOS DA PESQUISA SEMI-ESTRUTURADA

Inicialmente os entrevistados forneceram informações pessoais, com base nisso podemos dizer que 63% dos entrevistados são homens da cidade de Recife e Picos e que a idade média dos participantes está entre 21 e 46 anos.

Ao todo, foram conduzidas 20 entrevistas, abordando aspectos relacionados à realidade virtual, corrida de rua e corrida estacionária.

Inicialmente, foi planejado realizar um total de 50 entrevistas, porém apenas 20 delas foram realizadas devido a várias dificuldades encontradas ao abordar as pessoas. Muitos indivíduos não desejavam ser interrompidos em suas atividades, enquanto outros simplesmente optavam por não participar. Essas circunstâncias limitaram a capacidade de obter um número maior de entrevistas.

Durante as entrevistas, foram formuladas diversas perguntas, incluindo as seguintes: "*Descreva sua experiência com corrida estacionária*", "*Como sua prática de corrida foi afetada pela pandemia e como você se adaptou?*", "*Você tem interesse em iniciar ou retomar a prática de corrida de rua?*" e "*Quais são suas expectativas ao usar um sistema de corrida estacionária?*".

Com os resultados do questionário, foi possível obter algumas dúvidas, como por exemplo a reação das pessoas ao ouvir falar sobre corrida estacionária, que por muitas das vezes demonstraram curiosidade sobre o termo. Dentre as respostas, 36% (4 pessoas) já participaram de corrida de rua e 45% (5 pessoas) afirmaram já ter feito corrida estacionária.

Com base nos resultados do questionário, foi possível identificar algumas dúvidas, especialmente em relação à reação das pessoas quando ouvem falar sobre corrida estacionária, um termo que despertou curiosidade em muitos dos participantes. Das respostas obtidas, verificou-se que 27% (3 pessoas) relataram ter experimentado algo relacionado à realidade

virtual. Embora o número de usuários seja baixo, isso indica um mercado em potencial, uma vez que essa tecnologia é algo relativamente novo. Além disso, 36% (4 pessoas) dos participantes já participaram de corridas de rua, mostrando um interesse já estabelecido nesse tipo de atividade. Por fim, 45% (5 pessoas) afirmaram ter praticado a corrida estacionária, indicando um número considerável de adeptos dessa modalidade. Um entrevistado comentou: *"Achei um pouco monótono, pois a pessoa não vivencia outros lugares."* Levando isso em consideração, foi sugerido a adição de gamificação na plataforma, visando melhorar a usabilidade e tornar o uso mais fácil e atraente.

"Uso quando não posso correr na rua", disse um entrevistado a respeito da corrida estacionária. *"Interessante, um conhecimento novo."*, *"Usei em um sistema de parque de diversão. Achei legal, experiência bem diferenciada e realista do que se propôs a executar"* comentou dois participantes sobre suas experiências com RV. E por fim, 73% (8 pessoas) afirmaram ter vontade de voltar a correr.

Entre as respostas, as mais comuns foram: 72% das pessoas afirmaram não ter tido experiências anteriores com RV, e sobre como a pandemia afetou a prática de corrida, algumas das respostas foram: *"Afetada drasticamente. Nos primeiros meses, fui impedido de correr, devido às regras sanitárias de distanciamento social. Nos meses seguintes, voltei aos poucos."*, *"Fique o ano de 2020 sem me exercitar fora de casa e só voltei a correr em 2021, em parque."* Afirmou dois participantes.

Sobre as expectativas de usar um sistema de corrida estacionária, alguns dos retornos foram: *"Ter uma plataforma para interagir e registrar os treinos"*, *"Super ansiosa e curiosa nunca fiz nada parecido"*. Tais comentários reforçam o interesse pela plataforma e indicam que é necessária e relevante para muitos usuários em potencial.

Por outro lado tivemos respostas negativas como, *"Acho que será entediante ficar correndo parado."*, *"Curioso, como esse sistema funciona."* o que dá indícios de que será necessário vencer uma barreira de resistência em relação aos conhecimentos prévios dos usuários.

Atualmente muitas pessoas aprenderam a conviver com os problemas de saúde provocados pela mesma, mas muitos outros continuam receosos já que a pandemia de Covid-19 ainda não acabou oficialmente e o trauma causado pela situação trouxe vários temores sobre a possibilidade de disseminação de outras doenças em grandes eventos. (BIERNATH, 2022)

No entanto, o mercado de corrida voltou a crescer após a pandemia. (BRITO, 2022) De acordo com os dados compilados pela Ticket Sports com base nos eventos registrados em sua plataforma e apresentados no Summit organizado pela marca. Houve um crescimento de 15,76% no número de provas e de 14,44% no número de organizadores. (Moura, 2023) Além disso, a plataforma para uma nova modalidade de corrida se complementa a esse mercado trazendo inovação e permitindo que os usuários tenham a experiência de correr em casa, em dias de chuva, no trabalho, ou em qualquer lugar de forma imersiva. Por meio destes resultados foi percebido que a plataforma seria útil não somente durante a pandemia, como também após.

Com base nos resultados, espera-se que a plataforma de corrida estacionária seja capaz de atrair usuários interessados em participar de corridas virtuais, oferecendo uma experiência imersiva por meio da tecnologia de realidade virtual e gamificação. A adição desses elementos tem o objetivo de tornar a atividade mais atrativa, realista e envolvente para os usuários.

4 DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA

Neste capítulo será detalhado como a plataforma foi desenvolvida, onde a mesma foi dividida em três etapas, sendo elas: Proposta, Protótipo e MVP(Produto viável mínimo). Sendo na primeira fase a criação dos requisitos de acordo com as entrevistas realizadas, em seguida é apresentado imagens do protótipo, e, posteriormente, a última versão desenvolvida.

A seguir são apresentados os requisitos para a plataforma.

4.1 Proposta de Plataforma de corrida virtual Estacionária

4.1.1 Trabalhos relacionados

A seguir, serão apresentados os trabalhos relacionados. Por ser um tema novo, teve algumas dificuldades em encontrar ideias semelhantes à corrida estacionária.

Figura 1 - Aaron Puzey viajando pelo mundo em sua bicicleta ergométrica.



Fonte: BBC, 2016.

Um exemplo notável que destaca como a tecnologia pode promover a saúde é o caso de Aaron Puzey (Pereira, 2016) que está na figura acima. Sentindo-se entediado com sua rotina de spinning, Aaron decidiu inovar sua forma de exercício dentro de casa. Ele utilizou um óculos de realidade virtual Gear VR da Samsung conectado ao Street View e uma bicicleta ergométrica. O resultado foi uma experiência verdadeiramente transformadora: Aaron pôde explorar diversas paisagens pelo Reino Unido sem sair de sua residência, uma verdadeira "viagem" sem sair do lugar. Este exemplo se assemelha bastante com a ideia deste artigo, pois também há a possibilidade de correr em qualquer lugar do mundo dentro de casa.

Figura 2 - bicicleta ergométrica da VirZOOM.



Fonte: VirZOOM, 2023.

Outro exemplo de como a tecnologia pode ser benéfica é o VirZOOM (VirZoom, 2023), que utiliza bicicletas ergométricas em conjunto com óculos de realidade virtual para jogos, onde o usuário precisa pedalar para que os personagens e veículos possam se movimentar. Esse tipo de integração entre exercício físico e entretenimento proporciona uma experiência imersiva e divertida.

Figura 3 - simulador imersivo da Oniria de motoniveladora.



Fonte: Oniria, 2023.

Acima, uma startup chamada Oniria (Oniria, 2023) se destaca no desenvolvimento de software, eletrônica e hardware para simuladores virtuais. A Oniria criou um simulador especialmente projetado para pessoas com medo de altura e outras fobias, como o medo de falar em público. Essa iniciativa tem sido de grande importância para ajudar indivíduos a superarem seus medos e limitações.

Figura 4 - simulador de gravidade zero da Loox Studios.



Fonte: LooxStudios, 2023.

Por fim, a Loox Studios (LooxStudios, 2023), uma startup sediada em Curitiba, se dedica à criação de simuladores inovadores. Entre seus projetos, destacam-se um simulador de cirurgia em gravidade zero e outro que ensina crianças sobre leis de trânsito, entre outras aplicações educativas e recreativas. Essas iniciativas demonstram como a tecnologia pode ser aproveitada de maneiras diversas para aprimorar experiências e promover aprendizado em diversas áreas.

4.1.2 Requisitos funcionais e não funcionais

Com base nas entrevistas realizadas, foi possível identificar os principais requisitos para o desenvolvimento da plataforma. Levando em consideração as necessidades e expectativas dos potenciais usuários, foram definidos alguns requisitos para o projeto.

Quadro 1 - Requisitos funcionais da proposta

ID	Requisito	Descrição
RF1	Autenticação de usuários	O acesso ao sistema será feito através de autenticação com Google
RF2	Captura de imagens	A plataforma deve ser capaz de capturar imagens dos atletas por meio da câmera do notebook ou computador
RF3	Rastreamento de movimento	A plataforma deve utilizar inteligência artificial para rastrear e calcular o esforço realizado pelos atletas com base nas imagens capturadas, a fim de simular a corrida virtual
RF4	Ambiente virtual imersivo	A plataforma deve criar um ambiente virtual que simula a experiência de corrida, exibindo vídeos e cenários de diferentes cidades do mundo para os atletas e exibir dados como velocidade, calorias, distância percorrida e etc
RF5	Competição online	A plataforma deve permitir que os atletas participem de competições virtuais, onde outros participantes também estejam online e apareçam na corrida
RF6	Classificação dos atletas	Após a conclusão da corrida, a plataforma deve montar um pódio virtual exibindo a classificação dos atletas, com base no desempenho e esforço durante a corrida

Fonte: Próprio Autor.

No quadro 1 são apresentados os requisitos funcionais, que foram de Autenticação de usuários a Classificação dos atletas. Os mesmos podem trazer diversos benefícios, entre eles, deixar mais claro o desenvolvimento da plataforma e ter definido o que deve ser feito, para que assim a plataforma possa ter um rápido desenvolvimento.

A ideia de criar uma plataforma fácil de usar e com um ambiente imersivo surgiu ao analisar os resultados das entrevistas no capítulo 3. Ficou evidente que as pessoas desejavam uma experiência de corrida que fosse além do convencional. Portanto, a plataforma terá foco na simplicidade de uso e na criação de um ambiente envolvente, buscando atender às expectativas identificadas durante as pesquisas. A seguir, no quadro 2 são listados os requisitos não-funcionais.

Quadro 2 - Requisitos não-funcionais da proposta

ID	Requisito	Descrição
RNF1	Segurança	A plataforma deve garantir a segurança dos dados dos usuários, implementando medidas de proteção contra acesso não autorizado e criptografando informações sensíveis
RNF2	Desempenho	A plataforma deve ser capaz de lidar com um grande número de usuários simultaneamente, garantindo uma experiência fluida e sem atrasos durante as competições virtuais
RNF3	Usabilidade	A plataforma deve ser intuitiva e de fácil utilização, permitindo que os usuários interajam com os recursos de forma simples e eficiente
RNF4	Ambiente	O Sistema deverá funcionar em ambiente web e compatível com o Google Chrome
RNF5	Escalabilidade	A plataforma precisa ser escalável para acomodar o aumento no número de usuários, suportando até 50 pessoas simultaneamente, além de permitir a incorporação de novos recursos no futuro, sem prejudicar o desempenho.
RNF6	Confiabilidade	A plataforma deve ser estável e confiável, minimizando o tempo de inatividade e evitando falhas que possam impactar a experiência dos usuários durante as corridas virtuais
RNF7	Personalização	A plataforma deve permitir que os usuários personalizem suas experiências, como a escolha de cenários virtuais, configurações de privacidade e preferências de competição
RNF8	Imersividade	Interface rica que permite ao usuário se sentir imerso em outro ambiente

Fonte: Próprio Autor

No Quadro 2 foram apontados os requisitos não-funcionais, sendo eles de Confiabilidade a Desempenho. A confiabilidade é essencial para proporcionar a sensação de que a pessoa está realmente correndo em tempo real. A capacidade de perceber instantaneamente os efeitos de uma redução de velocidade, acompanhada por feedback visual em tempo real, contribui para uma experiência mais envolvente. Por outro lado, o desempenho é fundamental para garantir que a corrida transcorra de maneira fluida, sem a ocorrência de atrasos que possam comprometer a imersão.

Ter os requisitos não-funcionais definidos é importante para que o software seja reconhecido como de boa qualidade pelos usuários.

4.2 Protótipo

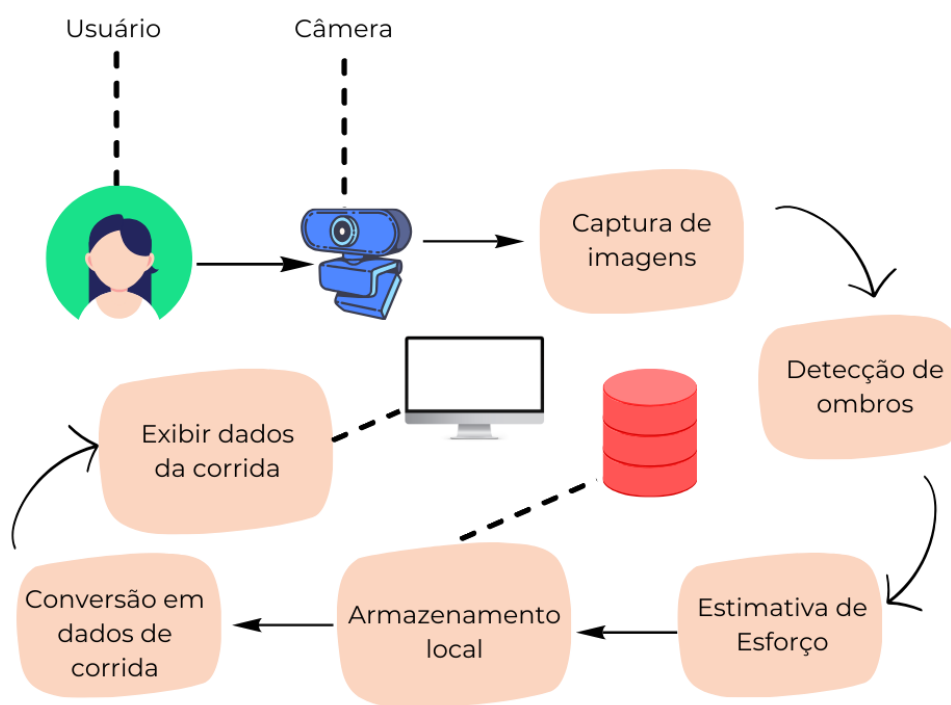
Inicialmente, o protótipo foi desenvolvido utilizando as tecnologias *HTML 5*, *CSS 3* e *Javascript*, em conjunto com o *MediaPipe* versão 0.3.1640029074, que é uma estrutura de

código aberto desenvolvida pelo *Google* que fornece soluções para análise de mídia, especialmente para processamento de visão computacional em tempo real. Essa biblioteca é projetada para facilitar o desenvolvimento de aplicativos que envolvem a detecção de movimento, reconhecimento facial, rastreamento de mãos, entre outras tarefas relacionadas à visão por computador. (MediaPipe, 2023)

O processo de desenvolvimento ocorreu em etapas semanais, seguindo um plano de sprint, onde foram definidas tarefas semanais utilizando dos métodos Scrum com quadro Kanban no qual as atividades eram criadas em três colunas, sendo elas, para fazer, em andamento e concluído. Nesta etapa do desenvolvimento a plataforma funciona como uma corrida simples local, ou seja, não há interação com outros corredores que estão a utilizar ao mesmo tempo. Para o funcionamento o computador captura partes do corpo e através do *MediaPipe*, é possível obter pontos de rastreamento para obter medidas de corrida.

4.2.1 Fluxo de dados do protótipo

Figura 5 - Fluxo de dados do protótipo



Fonte: Compilação do autor

Na figura acima é apresentado o fluxo de dados do protótipo, que consiste em fazer a captura da imagem, depois detectar a posição dos ombros, calcular a posição média dos ombros em 10 segundos para estimar o esforço, armazenar os dados de esforço localmente e com isso calcular os dados da corrida que serão exibidos para o usuário através da interface.

4.2.2 Funcionamento do protótipo

A seguir será apresentada as telas do protótipo.

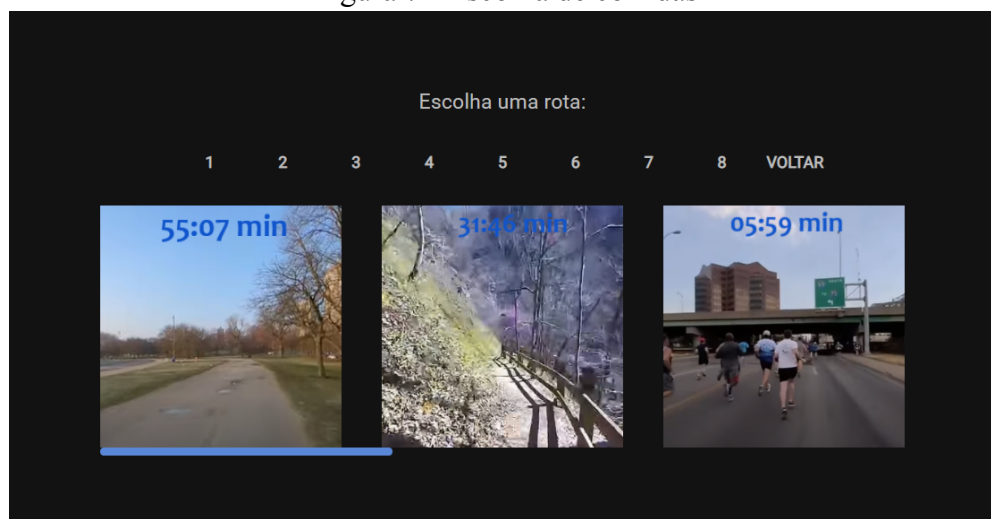
Figura 6 - Menu inicial



Fonte: Compilação do autor

Na figura acima é onde o protótipo começa, tendo o usuário apenas um botão para clicar, que leva à tela de escolha de corrida como pode ser visto na Figura 7, nesta tela o usuário tem a opção de escolher um ambiente para a corrida e preencher um formulário de avaliação de experiência de testador antes de iniciar-se a corrida, há também a opção de ver um tutorial de como correr. A seguir é demonstrado as opções de corrida de acordo com o cenário desejado.

Figura 7 - Escolha de corridas



Fonte: Compilação do autor

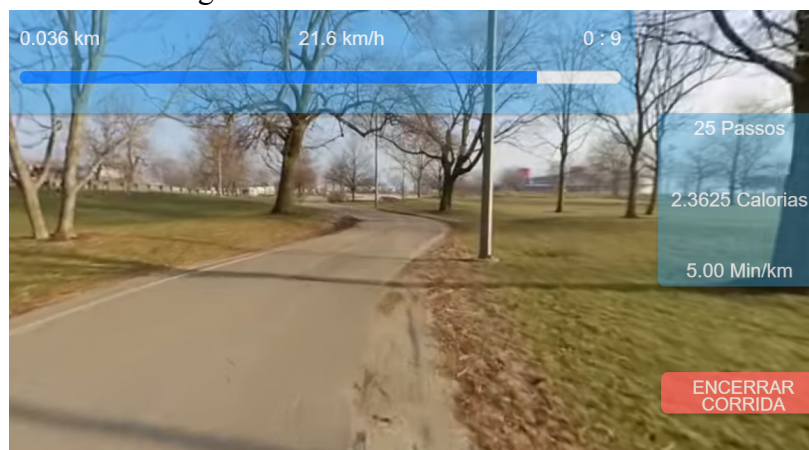
Figura 8 - Início da corrida



Fonte: Compilação do autor

Na Figura 8, o início da corrida é marcado pelo funcionamento do rastreamento de imagem, a reprodução do vídeo e o cálculo dos dados da corrida, tais como distância percorrida, velocidade, tempo decorrido, quantidade de passos, calorias queimadas e o tempo médio por quilômetro. Em seguida, na Figura 9, ao iniciar a corrida, uma opção de encerramento é disponibilizada, permitindo que o corredor encerre a atividade a qualquer momento, conforme sua vontade.

Figura 9 - Escolha de encerrar corrida



Fonte: Compilação do autor

Figura 10 - Resultados obtidos



Fonte: Compilação do autor

Por último, ao finalizar ou encerrar a corrida, os dados obtidos são relatados, juntamente com a opção de fazer um formulário de feedback. A seguir é demonstrado as melhorias desenvolvidas no MVP.

4.3 MVP

Após a conclusão dos testes do protótipo, os *feedbacks* recebidos foram cuidadosamente considerados e utilizados para aprimorar a plataforma. Isso resultou em uma renovação do design e melhorias substanciais nas funcionalidades, conferindo-lhe uma nova estética e funcionalidades significativamente melhoradas.

O MVP foi desenvolvido integrando diversas tecnologias essenciais, incluindo *Vue.js* versão 2.6.11, *BootstrapVue* versão 2.21.2, *MediaPipe* versão 0.3.1640029074, *Node.js* versão 1.0.0 e *Git*, com o banco de dados sendo suportado pelo *Firebase* versão 8.10.1.

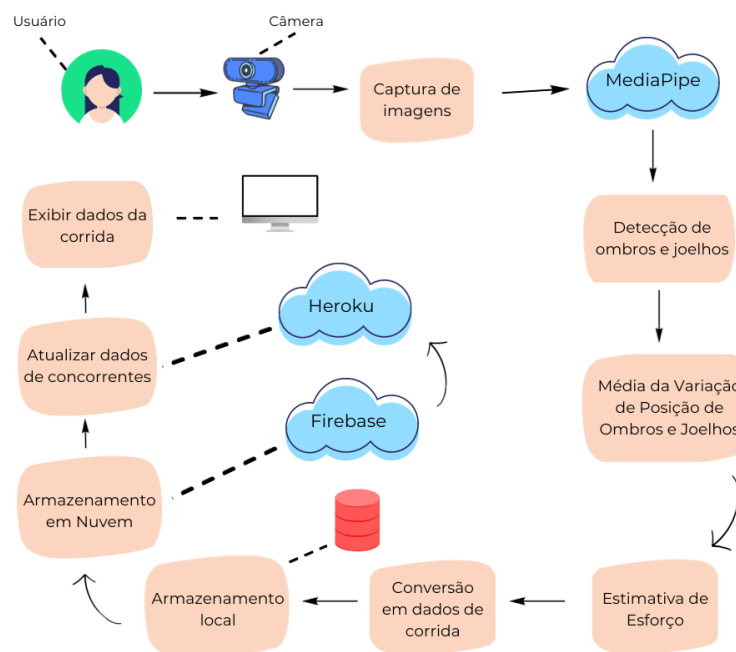
De acordo com os feedback coletados foi possível fazer algumas mudanças e acrescentar novas funcionalidades. O primeiro acréscimo foi tornar a corrida online, ou seja, haverá a possibilidades de várias pessoas correrem de forma simultânea com rastreamento em tempo real, o que possibilita observar a posição de outros corredores através de uma faixa com números de corrida. Os aprimoramentos foram implementados na inteligência artificial, permitindo que ela agora capture uma gama mais ampla de pontos corporais, como ombros e joelhos. Essa melhoria contribui para a obtenção de medidas de corrida mais precisas e detalhadas.

Os dados da corrida também foram atualizados, com a adição de um player de música e um boneco indicativo da posição correta para a captura dos dados. Todas as adições e melhorias foram pensadas para tornar a corrida virtual interativa e imersiva, podendo ser então, um complemento para as atividades físicas realizadas em casa.

A seguir é apresentado a arquitetura de como a plataforma funciona.

4.3.1 Fluxo de dados do MVP:

Figura 11 - Fluxo de dados do MVP



Fonte: Compilação do autor

Na figura acima é mostrado o fluxo de dados do MVP, onde começa a partir do câmera que captura a imagem do usuário, como na versão anterior as imagens são capturadas, só que dessa vez elas não são processadas localmente por um arquivo do *MediaPipe*, o que estava deixando o sistema lento em algumas máquinas, agora as imagens são enviadas para redes neurais do *MediaPipe* em servidores distribuídos pelo mundo de forma otimizada, conhecidos como *CDN (Content Delivery Network)* que devolve a posição de cada parte do esqueleto do corpo da pessoa na imagem.

Após o reconhecimento, a posição dos ombros e joelhos são selecionadas para calcular a variação média de cada uma destas partes. Isso foi necessário para aumentar a precisão e melhorar o cálculo de esforço que nesta versão depende não só do movimento dos ombros, mas também da variação do movimento dos joelhos. Os dados obtidos são armazenados localmente e quando possível enviados em um banco de dados distribuído chamado firebase, pertencente ao *Google*. Após os dados serem recebidos no banco de dados na nuvem, um servidor hospedado no *Heroku* é notificado que há atualização e calcula a posição de cada um dos corredores em relação à corrida. Com isso as interfaces de corrida são atualizadas em tempo real pois também são notificadas desta atualização.

4.3.2 Funcionamento do protótipo:

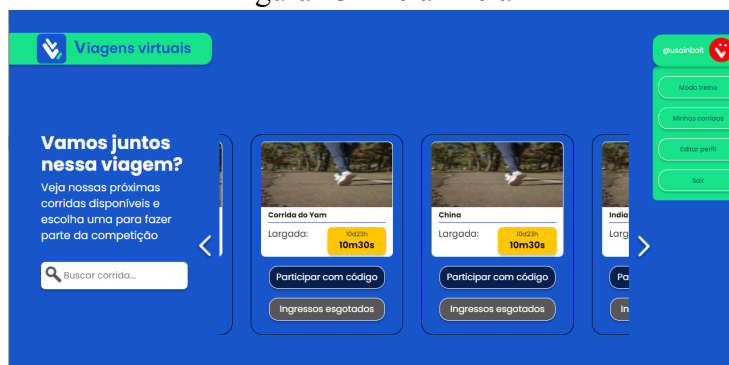
Figura 12 - Login



Fonte: Compilação do autor

Na figura 12, o sistema inicia com o login, tendo a opção de entrar com o Google. A seguir o usuário será levado para a tela inicial, onde é possível visualizar as corridas disponíveis, juntamente com um menu lateral que obtém algumas informações como corridas realizadas, ver perfil, editar perfil e sair da plataforma.

Figura 13 - Tela inicial



Fonte: Compilação do autor

Figura 14 - Corrida



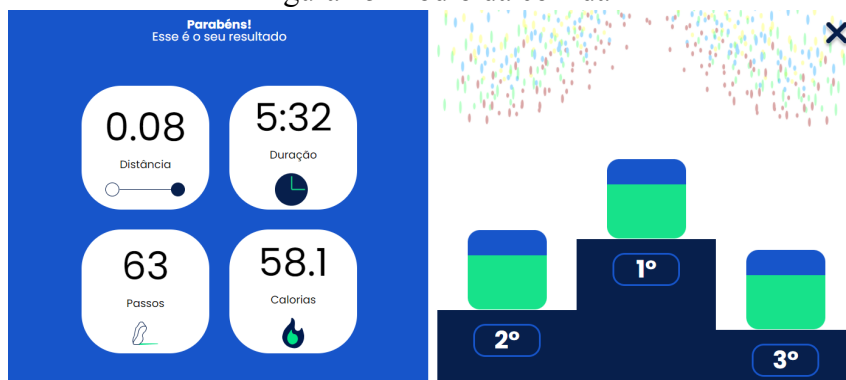
Fonte: Compilação do autor

Na imagem apresentada, ao selecionar a corrida, o corredor é redirecionado para a tela específica do exercício. Inicialmente, essa tela exibirá um vídeo introdutório explicando o funcionamento da corrida, seguido por um guia de alongamento. Após a conclusão do alongamento, a corrida é iniciada, acompanhada por um vídeo de corrida em algum lugar, como mostra a Figura 14.

Durante a corrida, diversas opções ficarão visíveis em tempo real, como distância percorrida, tempo decorrido, velocidade, número de passos, calorias queimadas e o ritmo médio. No canto inferior esquerdo, também está presente uma imagem da câmera ao vivo, na qual um avatar exibe partes do corpo marcadas em verde ou vermelho. Essas marcações indicam a posição desejada para a pessoa durante o exercício. Por exemplo, se os braços estiverem destacados em vermelho, isso sinaliza que essa parte do corpo não está sendo capturada adequadamente, proporcionando uma orientação mais precisa para o posicionamento. Além disso, nesta versão, foi incorporado um player de música com uma seleção especial de músicas destinadas a aprimorar a experiência durante o exercício.

Acima é onde a posição dos outros usuários aparecerá em tempo real, e essa posição servirá mais tarde para a criação do pódio, onde os 3 primeiros a finalizar aparecerão em suas posições com os dados que foram alcançados como mostra a figura 15.

Figura 15- Pódio da corrida



Fonte: Compilação do autor

5. Resultados

Posteriormente, a plataforma foi submetida a testes com a participação de usuários, conforme foi detalhado nas seções subsequentes.

5.1 Resultados dos testes do protótipo

Conforme delineado na seção 2, foram conduzidas novas entrevistas com indivíduos que realizavam caminhadas em Picos e Recife, convidando-os a testar nossa plataforma. Os participantes foram solicitados a percorrer 1 quilômetro dentro da plataforma e fornecer feedback. Os testes ocorreram por meio de chamadas online na plataforma Google Meet, onde os usuários corriam ao vivo seguindo instruções, e respondiam um questionário de avaliação para teste de protótipo². As perguntas do formulário estão disponíveis no link da nota de rodapé.

No total, participaram 5 testadores, resultando nos seguintes *feedbacks*: 100% (5) atribuíram a nota máxima à facilidade de uso, enquanto 60% (3) deram uma pontuação de 4 em 5 para a forma como a velocidade é calculada. Os resultados revelam uma alta satisfação geral entre os participantes do teste, com todos atribuindo a nota máxima à facilidade de uso. Quanto à forma como a velocidade é calculada, o resultado indica uma avaliação positiva, mas com alguma margem para melhorias.

Algumas respostas dos participantes destacaram pontos específicos, como: *"Não, pois os movimentos principais que são identificados e utilizados para a mensuração da velocidade são do ombro e cotovelo, negligenciando, de certa forma, o movimento dos ombros superiores"*, *"Poderia medir além do movimento de ombro, o movimento dos braços"*, e *"Sim, consegue identificar movimentos e prever velocidade"*. Com base nisso disseram alguns participantes quando foi perguntado se a forma de obter velocidade da corrida seria justa. As respostas dos participantes destacam preocupações específicas em relação à mensuração da velocidade, incluindo a limitação nos movimentos dos ombros superiores e a sugestão de medir além do movimento de ombro, considerando também o movimento dos braços. No entanto, houve opiniões positivas, indicando que a plataforma consegue identificar movimentos e prever a velocidade. No contexto da justiça na obtenção da velocidade da corrida, as opiniões dos participantes foram diversas.

A respeito do que não gostou na plataforma, alguns participantes responderam: *"Movimentos das pernas e braços não terem tanta relevância e deslocamento lateral na pista não disponível"* e *"A forma como é calculada a velocidade e o vídeo ficou travando"*. Alguns participantes expressaram insatisfação em relação à plataforma, destacando a falta de relevância nos movimentos das pernas e braços, bem como a indisponibilidade de deslocamento lateral na pista. Além disso, houve críticas quanto ao cálculo da velocidade e problemas de travamento no vídeo. Esses pontos negativos apontam para áreas específicas que podem exigir melhorias na plataforma.

"A interação virtual; possibilidade de controlar a velocidade, número de passos, ambiente imerso em uma prova modelo de corrida.", *"Da dinâmica do percurso, as ultrapassagens"* e *"possibilidade de ser por vídeo e ser em casa, facilidade de uso e dinâmica"*, disseram sobre o que gostaram do protótipo. Esses comentários sugerem que o aspecto virtual, a customização e a experiência imersiva foram bem-recebidos pelos participantes.

² Formulário de avaliação para teste de protótipo disponível em: https://drive.google.com/file/d/1-Yh0ns_pD1_IjfoF-w5Y1PBXkNHgIWUV/view?usp=drive_link

Com base nos resultados foi possível observar o que faltava na plataforma para deixá-la com um ambiente imersivo e interativo.

5.2 Resultados dos testes do MVP

A partir dos resultados do protótipo, identificaram-se oportunidades de aprimoramento e crescimento para a plataforma. Foram implementadas melhorias significativas, que foram mostradas na seção 4.3, seguidas por uma série de corridas realizadas para testar e colher mais feedback.

A primeira dessas corridas ocorreu no Pentaclub, localizado em Recife. Nessa ocasião, 15 participantes foram envolvidos em um cenário composto por duas televisões e dois notebooks, estrategicamente dispostos em uma mesa. Os equipamentos foram disponibilizados para que as pessoas circulando pelo local pudessem testar a corrida virtual. Ao término, os testadores foram convidados a preencher um questionário de perguntas gerais³.

Com base nos resultados obtidos, destacou-se que 73% (11) dos participantes afirmaram praticar regularmente atividade física. O que demonstra que o público tem afinidade com esportes e exercícios físicos. Em relação ao interesse pela plataforma 80% (12) expressaram o interesse em incorporar a corrida estacionária virtual em suas rotinas de exercícios. Isso sugere uma aceitação positiva da plataforma. Além disso, 46% (7) atribuíram a nota máxima à experiência. Esse resultado demonstra que uma parcela significativa do grupo teve uma experiência altamente satisfatória e positiva em relação ao que foi avaliado. Esses dados valiosos não apenas validam as melhorias implementadas, mas também fornecem insights para orientar futuras inovações na plataforma.

Foram conduzidos testes adicionais com dois profissionais de educação física, incluindo um corredor amador. Um desses testadores, que é professor de educação física, passou por um teste abrangente utilizando a plataforma ao longo de vários dias. Posteriormente, ele compartilhou observações essenciais, propondo formulários opcionais para aplicação durante as corridas. Esses formulários incluem avaliações como PAR-Q, nível de dor, percepção de esforço e usabilidade, fornecendo uma análise mais abrangente da experiência com a plataforma e destacando aspectos como a prática segura de corrida para evitar lesões e a importância de monitorar a saúde dos corredores.

O usuário subsequente foi um corredor amador que testou a plataforma ao longo de algumas semanas, integrando-a em sua rotina de exercícios e proporcionando vários *feedbacks*. Entre seus comentários, destacam-se: *"A plataforma é bastante atrativa e estimula um forte senso de competição, instigando a vontade de competir com outros atletas e comparar resultados. É surreal!"*, e *"As configurações, uma vez ajustadas, tornam-se um jogo envolvente para corredores que têm compromissos profissionais e, por vezes, falta de tempo para treinar. A possibilidade de realizar os exercícios em casa proporciona benefícios significativos em termos de gasto calórico e melhoria da resistência, dependendo do processo adotado."*

³ Link para formulário de perguntas gerais disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/116H2q9Bk4Xzs5HpjfWnHt9sWqbmf13au/view?usp=sharing>

6. Conclusões

No presente trabalho foi identificado a necessidade de criação de uma plataforma de corrida estacionária. Para comprovar essa necessidade foi planejada a aplicação de questionário em duas cidades com 50 pessoas. Durante a aplicação foram entrevistadas 20 pessoas, e com base nas entrevistas com público alvo, foi realizada uma análise a fim de determinar a abordagem mais adequada para o desenvolvimento da plataforma.

Por fim foram elaborados os requisitos funcionais e não funcionais da plataforma. Com base nos requisitos foi desenvolvido o protótipo e feito testes com 5 pessoas, onde dados foram apurados para a melhoria do MVP, que foi a versão final da plataforma. A partir do MVP foram feitos novos testes, como descrito na seção anterior, que resultaram em dados valiosos a respeito da ideia proposta e em melhorias adicionais.

Destaca-se, ainda, que 100% dos testadores avaliaram positivamente a facilidade de uso da ferramenta, 80% expressaram interesse em incorporar a corrida estacionária virtual em suas rotinas de exercícios, e 46% atribuíram a nota máxima à experiência do MVP. Estes dados destacam o sucesso da proposta em proporcionar uma experiência positiva e atraente para seus usuários, consolidando seu potencial impacto no mercado fitness.

Os resultados sugerem que a proposta pode ser considerada inovadora e capaz de atender a um público-alvo específico, e que possui um potencial significativo para suprir uma demanda em constante crescimento no mercado de corrida.

7. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros foi planejado o desenvolvimento da plataforma para academias, grupos de pessoas e sessões de treinos individuais para realizar em casa.

REFERÊNCIAS

BIERNATH, André. 'Tenho saudade de sentir o sol': as pessoas que seguem em lockdown desde o início da pandemia de covid... - Veja mais em https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/bbc/2022/09/12/tenho-saudade-de-sentir-o-sol-as-pessoas-que-seguem-em-lockdown-desde-o-inicio-da-pandemia-de-covid.htm?cmpi_d=copiaecola. Acesso em: 12 set. 2022.

BORIM, Paula. Conheça os benefícios de incluir a corrida estacionária na sua planilha de treinos!. [S. l.], 30 set. 2023. Disponível em: <https://blog.authen.com.br/corrida-estacionaria/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

BRAINSTORMING. [S. l.], 18 fev. 2023. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Brainstorming>. Acesso em: 22 dez. 2023.

BRITO, Diego. Inscrições em corridas de rua de SP devem crescer 30% neste ano. Acesso em: 16 fev. 2022.

BROWN, A. L.; DAVIS, R. Semi-structured interviews: A qualitative research method. *Journal of Qualitative Research*, v. 25, n. 3, p. 123-137, 2020.

CALENDÁRIO de corridas de rua 2020: coronavírus adia e cancela provas. [S. l.]: Eu Atleta Disponível em: <<https://ge.globo.com/eu-atleta/corridas-e-eventos/noticia/coronavirus-adia-e-cancela-corridas-de-rua.ghtml>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CIRCUITO do Aço: mercado de corrida de rua cresce e atrai cada vez mais pessoas. [S. l.], 27 maio 2009. Disponível em: <https://www.folhavoria.com.br/esportes/noticia/05/2019/mercado-de-corrida-de-rua-cresce-e-atrai-cada-vez-mais-pessoas>. Acesso em: 16 abr. 2023.

CORRIDAS de rua movimentam bilhões de reais e abrem caminho para novos negócios. [S. l.]: Camilla Muniz, 02 abr. 2019. Disponível em: <https://extra.globo.com/economia-e-financas/emprego/corridas-de-rua-movimentam-bilhoes-de-reais-abrem-caminho-para-novos-negocios-23566486.html>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CORRIDA estacionária é alternativa para se movimentar na quarentena: Comum em países de inverno rigoroso, esse tipo de atividade simula os movimentos da corrida sem sair do lugar. [S. l.]: Ivanir Ferreira, 29 jun. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/corrída-estacionaria-e-alternativa-para-se-movimentar-na-quarentena/>. Acesso em: 6 jul. 2023.

Google. MediaPipe. Disponível em: <https://mediapipe.dev/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

JOHNSON, M. et al. Understanding the interview: The phenomenology of listening. *Qualitative Inquiry*, v. 20, n. 5, p. 624-639, 2017.

JONES, S. et al. Flexible interviewing in qualitative research. *Qualitative Social Research*, v. 18, n. 3, p. 354-369, 2018.

LOOXSTUDIOS. Disponível em: <https://looxstudios.com.br/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

MERRIAM, S. B. *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2009.

MOURA, Athos. Eventos esportivos de rua cresceram após a pandemia: Também aumentou a quantidade de organizadores, segundo levantamento da Ticket Sports. [S. l.], 21 ago. 2023. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/blogs/panorama-esportivo/post/2023/08/eventos-esportivos-de-rua-cresceram-apos-a-pandemia.ghtml>. Acesso em: 19 fev. 2024.

ONIRIA. Disponível em: <https://oniria.com.br/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

PEREIRA, Leonardo. Usando Google Street View, homem pedala pelo Reino Unido em realidade virtual. In: Usando Google Street View, homem pedala pelo Reino Unido em realidade virtual. [S. l.], 10 ago. 2016. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/noticia/usando-google-street-view-homem-pedala-pelo-reino-unido-em-realidade-virtual/61075>. Acesso em: 22 jan. 2020.

PRÁTICA de atividade física aumentou no Brasil em 2020, mostra pesquisa. [S. l.]: Giulia Granchi, 16 dez. 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/12/16/pratica-de-atividade-fisica-aumentou-no-brasil-em-2020-mostra-pesquisa.htm>. Acesso em: 16 abr. 2023

SCRUM GUIDE. Scrum Guide. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org/>. Acesso em: 04 jul. 2023.

SILVERMAN, M. W. Qualitative Research: Theory, Method and Practice. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2011.

SMITH, J. Semi-structured interviews in educational research. British Educational Research Journal, v. 41, n. 3, p. 480-502, 2015.

Suzuki, David J. Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. Blue Hole Press, 2010.

VIRZOOM. Disponível em: <https://virzoom.com/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

YIN, R. K. Case Study Research: Design and Methods. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2014.