

Heatmapp - Mapeando Soluções

Gabriel Dimant¹; Gabriel Monteiro de Souza²; Gabriela Pinheiro Almeida Dantas³;
Ricardo Miranda Cordovil Filho⁴

¹ Universidade de São Paulo, Bacharelado em Sistemas de Informação, 3º ano. E-mail:
gabriel.dimant@usp.br

² Universidade de São Paulo, Bacharelado em Sistemas de Informação, 3º ano. E-mail:
gabrieldesouza@usp.br

³ Universidade de São Paulo, Bacharelado em Sistemas de Informação, 3º ano. E-mail:
gabriela_pinheiro@usp.br

⁴ Universidade de São Paulo, Bacharelado em Sistemas de Informação, 3º ano. E-mail:
ricardomiranda123@usp.br

Palavras chave: Heatmapp, mapa de calor, mapa, ruído, urbano, poluição sonora, área verde, gamificação, aplicativo, *mobile*.

Heatmapp – Mapeando Soluções

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento do Heatmapp, um aplicativo móvel gamificado voltado ao mapeamento colaborativo da poluição sonora e de microáreas verdes na cidade de São Paulo. A proposta surge diante do aumento de problemas ambientais urbanos, como a escassez de áreas verdes, níveis elevados de ruído e seus impactos negativos sobre a saúde física e mental da população, especialmente em indivíduos com sensibilidade sensorial. O projeto foi conduzido por meio de pesquisa-ação, apoiada por fundamentação teórica e por um processo de desenvolvimento iterativo utilizando o *framework* ágil *Scrum*, com suporte de ferramentas como *Jira*, *React Native*, *Django REST Framework* e *Google Maps*. O Heatmapp permite que usuários contribuam registrando ruídos e espaços verdes informais, cujo processamento gera mapas de calor atualizados em tempo real. Elementos de gamificação, como *streak*, moedas virtuais, *ranking* e itens adquiríveis foram integrados para incentivar contribuições contínuas e engajamento significativo e de qualidade. A aplicação foi testada com seis usuários durante três dias, incluindo participantes com diferentes idades e perfis sensoriais, que apontaram facilidade de uso, boa naveabilidade e potencial real de melhoria da qualidade de vida no planejamento de deslocamentos urbanos. Entre as sugestões para versões futuras destacam-se maior automação na coleta de dados e integração com bases públicas para regiões com poucas contribuições. Os resultados indicam que o Heatmapp se configura como uma ferramenta promissora de apoio ao bem-estar urbano e à participação cidadã.

Palavras chave: Heatmapp, mapa de calor, mapa, ruído, urbano, poluição sonora, área verde, gamificação, aplicativo, *mobile*.

Heatmapp – Mapping Solutions

Abstract

This article presents the development process of Heatmapp, a gamified mobile application aimed at the collaborative mapping of noise pollution and micro green areas in the city

of São Paulo. This proposal arises from the increase in urban environmental problems, such as the scarcity of green spaces, high noise levels, and their negative impacts on the physical and mental health of the population, especially individuals with specific sensory sensitivities. The project was conducted through action research, supported by theoretical foundations and by an iterative development process based on the agile Scrum framework, using tools such as Jira, React Native, Django REST Framework and Google Maps. Heatmapp allows users to contribute by reporting noise and informal green spaces, whose processing generates real-time heatmaps. Gamification elements, such as streaks, virtual currency, ranking, and unlockable items, were integrated to encourage consistent contributions and meaningful engagement. The application was tested by six users over three days, including participants of different ages and sensory profiles, who highlighted ease of use, good navigability, and real potential for improving quality of life when planning urban routes. Suggestions for future versions include greater automation in data collection and integration with public data sources for areas with fewer contributions. The results indicate that Heatmapp is a promising tool for supporting urban well-being and promoting civic participation.

Keywords: Heatmapp, heatmap, map, noise, urban, noise pollution, green area, gamification, application, mobile.

1 Introdução

Em 2025, os dispositivos móveis representam 62,45% do tráfego presente na internet ([Mobiloud, 2024](#)), continuando uma tendência mundial de substituição dos computadores de mesa pela computação móvel, em especial pelo uso de aparelhos celulares. No ano de 2024, cada pessoa passava em média 4,9 horas por dia utilizando o celular, e 89% desse tempo era gasto em aplicativos móveis. Analogamente, no Brasil, foram feitos mais de 30 bilhões de *downloads* de aplicativos, representando um aumento de 22% em relação ao ano de 2023 ([TOWER, 2025](#)). Tais dados demonstram claramente que a indústria *mobile* tem forte presença na vida diária dos cidadãos, o que se apresenta como uma oportunidade para o uso desses dispositivos em prol do bem estar físico e mental da população paulistana, brasileira e mundial.

Enquanto os avanços tecnológicos alcançam níveis antes vistos como possíveis somente em seriados de ficção científica, a deterioração do meio-ambiente e da saúde humana tem se acentuado — áreas verdes são devastadas para dar lugar a assentamentos irregulares e insalubres ([CAMPOS; CASTRO, 2017](#)), a poluição sonora chega a níveis altamente prejudiciais nas cidades ([JARIWALA *et al.*, 2017](#)) e até mesmo crianças pequenas apresentam queixas relacionadas ao estresse urbano ([SPENCER; WOOLLEY, 2000](#)). Assim sendo, a recuperação e manutenção da vida saudável dentro das metrópoles depende de ações contundentes em larga escala por parte de governos e indivíduos.

A ideia de se utilizar aplicativos de celular com um propósito sócio-ambiental não é nova. Em 2009, o aplicativo GoodGuide já trazia como proposta permitir que usuários acessassem informações sobre os produtos que planejavam comprar através do escaneamento de seus códigos de barras; o intuito era de incentivar hábitos de consumo mais saudáveis e ambientalmente conscientes ([MILLER, 2009](#)). [Boncu, Candel e Popa \(2022\)](#) destacam que, nos últimos anos, diversos outros jogos e aplicativos móveis gamificados também têm sido desenvolvidos com o propósito expresso de promover atitudes e comportamentos melhores na população. *Gamificação* é definida como a aplicação de elementos de *design* de jogos em atividades não relacionadas a jogos, abordagem que ganhou evidência nas últimas décadas e tem sido amplamente utilizada para diversos propósitos no geral relacionados à fidelização do usuário ([KHALDI; BOUZIDI; NADER, 2023](#)).

Os produtos mencionados, no entanto, pecam ao não conter ferramentas que auxiliem os usuários a lidar com a situação atual, visto que são focados estritamente em atacar a causa-raiz sem qualquer tentativa de alívio dos "sintomas" enfrentados pelos habitantes das cidades. Além disso, os cenários enfrentados por tais aplicações tornam difícil sua adoção massiva: ou seus dados são desatualizados e pouco representativos da realidade urbana eclética, ou exigem engajamento constante dos usuários, o que nem sempre é viável diante da rotina acelerada e dos múltiplos fatores de estresse presentes nas grandes cidades. Dessa forma, apesar de bem-intencionados e embasados em princípios sustentáveis, muitos desses sistemas acabam tendo impacto prático limitado, atingindo apenas um público restrito e deixando de considerar abordagens mais empáticas e realistas, que contemplam o bem-estar cotidiano e o contexto socioeconômico dos cidadãos.

Em especial, as pessoas com sensibilidades sensoriais, como por exemplo portadores de TEA, enxaqueca ou fibromialgia, e seus cuidadores sofrem com o vácuo de aplicações que levem em consideração suas necessidades específicas no dia a dia urbano. Esses usuários são particularmente afetados por ruído excessivo, ausência de áreas verdes acessíveis, ilhas de calor, poluição e diversas outras queixas (TCHRELASHVILI, 2025), mas encontram pouca orientação prática sobre como minimizar esses impactos em tempo real. Ao centralizar dados colaborativos sobre ruído e microáreas verdes em mapas de calor intuitivos e interativos, o aplicativo proposto, nomeado Heatmapp, permite que cidadãos ganhem recompensas ao contribuir e se beneficiem de informações atualizadas em tempo real para adotar estratégias imediatas, evitar desconfortos e melhorar seu bem-estar. Assim, preenche-se uma lacuna crítica no uso da tecnologia como ferramenta de apoio à qualidade de vida.

2 Fundamentação Teórica

Segundo [Rede Nossa São Paulo \(2025\)](#), em dezembro de 2024, 65% dos paulistanos entrevistados sairiam da cidade se pudessem, com 36% citando a saúde como o principal problema do município. De fato, em setembro de 2024, a capital paulista liderou por alguns dias o ranking de poluição mundial, sendo a única cidade com "ar não saudável para toda a sua população", de acordo com dados publicados pela agência suíça IQAir ([Rafael Saldanha, 2025](#)).

Um grande agravante dessa situação é a falta de áreas verdes na cidade. Embora São Paulo conte com mais de 54% de cobertura vegetal ([Prefeitura de São Paulo, 2025](#)), a grande maioria se concentra no extremo sul do município, enquanto a maior parte do território tem cobertura inferior a 20% ([O Estado de S. Paulo, 2025](#)). A falta de proximidade com a vegetação não possui apenas consequências ambientais, mas também sociais. De acordo com [Chen et al. \(2021\)](#), existe uma correlação clara entre a degradação da saúde mental e a falta de contato com a natureza. Por outro lado, [Gu, Liu e Lu \(2022\)](#) concluem que mesmo uma quantidade mínima de verde é capaz de reduzir estresse e provocar relaxamento.

No entanto, surge o problema do mapeamento dessas áreas verdes informais, especificamente em regiões de menor poder aquisitivo da cidade. Ferramentas como *Google Maps* e *Waze*, bem como o próprio governo, não são comprehensivos e atualizados, dificultando a identificação de elementos urbanos básicos e, consequentemente, de locais com presença da natureza ([Failed Architecture, 2021; REICHERT; SILVA; COSTA, 2023](#)).

Além disso, em 2024, São Paulo também figurou como a sétima cidade mais ruidosa do planeta, com média de 68,9 decibéis ([SANTANA, 2024](#)). [Jariwala et al. \(2017\)](#) define ruído como qualquer som indesejável que possa ser percebido no ambiente habitado que não tenha sido produzido por qualquer atividade interna realizada nele e aponta que fatores comuns na cidade de São Paulo, como crescimento populacional, urbanização e uso de maquinário, ajudam a difundir e agravar continuamente esse tipo de poluição.

O limite considerado "seguro" para a audição humana é de aproximadamente 65dB ([FINK, 2025](#)), e a exposição diária prolongada a ruídos pode causar severos efeitos fisiológicos adversos, tais como perturbações cardiovasculares, no sono e na saúde mental ([JARIWALA et al., 2017](#)). O dano pode ser ainda mais intenso em grupos vulneráveis,

tais como mulheres grávidas, fetos, recém-nascidos e crianças (GUPTA *et al.*, 2018). Em indivíduos portadores de TEA, os ruídos podem causar graves desconfortos e desencadear reações fortes e intempestivas (SOARES *et al.*, 2023).

Como já estabelecido, o objetivo final desta pesquisa é o desenvolvimento de um aplicativo. Como tal, é de suma importância o emprego de técnicas de obtenção e fidelização de usuários, os responsáveis pela manutenção e justificativa de uso do sistema, quando já estiver em produção.

Em Liu, Alexandrova e Nakajima (2011), os autores apresentam o conceito de comunidade como um poderoso incentivo psicossocial para manter usuários engajados. A proposta neste contexto é a de inclusão de rankings e um histórico de contribuições no aplicativo. Noorbehbahani *et al.* (2019) adiciona a esta perspectiva, trazendo as ideias de moedas virtuais e descrevendo a importância destas funcionalidades como motivadores à contribuições não só mais frequentes, como também de maior qualidade para superar os demais usuários.

Abordagens como esta, além da ofensiva, apresentada em Hristova *et al.* (2022), caracterizada pela recompensa por frequência e constância de contribuições, configuram *gamificação* e são de suma importância para aproveitar um sistema de recompensas e manter usuários engajados e interessados em contribuições de qualidade e constantes. Além disso o artigo traz à tona o resultado psicológico advindo da perda ou possível perda de *streak* (contador de dias usados no aplicativo, ofensiva), e como essa possível perda motiva o uso da aplicação. Desta maneira, nota-se a relevância de mecanismos que notifiquem o usuário a respeito da possível perda de uma meta momentos antes do seu fim.

Em (HAMARI; KOIVISTO; SARSA, 2014), a gamificação é quebrada em três etapas: *Affordance motivacional, resultados psicológicos e resultados comportamentais*. O *affordance* motivacional refere-se às mecânicas oferecidas pela aplicação para tornar a experiência do usuário mais próxima a um jogo e como esses elementos fornecem a possibilidade de gerar motivação. Já os resultados psicológicos são as respostas internas do usuário ao interagir com o sistema e as ferramentas da primeira etapa, como o desejo de obter recompensas, o estado de imersão nas atividades e o prazer pela conquista e progresso. Por fim, os resultados comportamentais referem-se às mudanças reais e mensuráveis no comportamento do usuário, como o maior número de *logins*, maior tempo de tela, etc. Conclui-se que a *gamificação* pode aumentar o engajamento e a motivação, entretanto seus

efeitos dependem do *design* e contexto da aplicação, precisando ser adaptável ao público alvo e ao contexto de uso.

3 Metodologia de Desenvolvimento

Com este projeto, buscou-se analisar a fundo algumas das principais problemáticas que afetam negativamente os habitantes da cidade de São Paulo. Para tanto, utilizou-se uma abordagem qualitativa, já que a preocupação fundamental era a análise e estabelecimento da problemática enquanto natureza, e não quantidade. Enquanto medidas estatísticas foram importantes motivadores para o trabalho, seu papel foi de justificativa e fundamentação para um problema abordado qualitativamente cuja solução proposta não é uma análise numérica, mas sim uma proposição multifacetada.

Segundo [Tripp \(2005\)](#), pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática. Esta descrição classifica perfeitamente a natureza deste projeto, razão pela qual optou-se por utilizá-la. Através de uma fundamentação teórica e justificativa motivadora da problemática, propõe-se uma ação prática para melhorar a qualidade de vida da população paulistana.

Visando manter o escopo do projeto controlado, inicialmente abordou-se apenas a cidade de São Paulo. No entanto, espera-se e acredita-se que a pesquisa aqui desenvolvida seja aplicável a qualquer cenário ao redor do mundo. Sendo assim, classifica-se o universo global e a amostra localizada na cidade de São Paulo.

Para levantar as informações necessárias para o projeto, realizou-se uma análise bibliográfica tradicional, pautada pela pesquisa e leitura de artigos relativos às problemáticas estabelecidas na introdução. Além disso, o projeto foi desenvolvido pautado por uma mentoria de Dilson de Sá, sócio-fundador da empresa Acordo Certo, a maior plataforma digital de renegociação de dívidas no Brasil ([Finsiders Brasil, 2021](#)). O empresário de sucesso possui vasta experiência com a criação e disseminação de aplicações no cenário brasileiro e paulistano, e foi de grande auxílio na avaliação e adequação dos planos a fim de criar uma solução que fosse atrativa ao público. Aliando as duas abordagens, foi possível construir um *software* com propósito social comprovado e que utiliza técnicas modernas de mercado para promover adoção e engajamento.

Diversas ferramentas serviram de apoio para as etapas de desenvolvimento da pesquisa e da aplicação. Como metodologia de desenvolvimento, utilizou-se o método ágil denominado *Scrum*, o qual se baseia em ciclos iterativos e incrementais denominados

sprints, nos quais equipes multidisciplinares colaboram para entregar versões funcionais do produto de forma contínua. Essa abordagem favorece a adaptação rápida a mudanças de requisitos e o aprimoramento constante do projeto a partir de feedback frequente dos usuários e partes interessadas (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020). Para organização da equipe, utilizou-se a plataforma Jira, amplamente utilizada no mercado em projetos que adotam metodologias ágeis (ORTU *et al.*, 2015). O Jira permite que todos os membros do grupo visualizem cartões virtuais contendo as diversas histórias de usuário e o seu progresso atual, tornando mais fácil o entendimento comum sobre o avanço das diversas partes que formam a solução desenvolvida.

As pesquisas foram feitas por meio do *Google Scholar*, onde se concentram os artigos científicos e relevantes da atualidade, garantindo qualidade e respaldo de fontes confiáveis. Para confecção do artigo, utilizou-se um molde da aplicação de codificação em LaTex *Overleaf*, que é de código aberto. A versão, hospedada em um servidor próprio, permite acesso a funcionalidades como edição simultânea por mais de duas pessoas e alta capacidade de personalização.

Por tratar-se de um aplicativo para dispositivos móveis, primeiramente foi feito a construção de um protótipo de alta fidelidade da interface através da plataforma Figma, a fim de se obter um maior entendimento quanto à forma como as funcionalidades deveriam ser dispostas nas telas dos usuários. Para a confecção da interface real da aplicação, foi utilizada a biblioteca *React Native* (Meta Open Source, 2025), na linguagem de programação *TypeScript* (Microsoft, 2025), com o auxílio do framework *Expo* (Expo.dev, 2025). Para a exibição do mapa foi utilizado o serviço de mapeamento da *Google*, o *Google Maps*. Ademais, com o intuito de trabalhar na manipulação de dados, persistência e comunicação com a interface, a biblioteca *Django REST Framework* (Django Software Foundation, 2025) foi utilizada, na linguagem de programação *Python*. Além disso, o controle de versionamento e a colaboração entre os desenvolvedores foram realizados através da plataforma *GitHub*.

Conforme citado anteriormente, este trabalho visa atacar duas problemáticas distintas porém intimamente relacionadas — poluição sonora e falta de espaços verdes informais — através de uma solução única integrada, fazendo uso de técnicas de *gamificação* para incentivar contribuições da comunidade. Para tanto, foram criados diferentes fluxos para a variedade de casos de uso presentes na aplicação.

Como pode ser observado na Figura 1, o cliente pode tomar uma gama de decisões a partir do momento em que entra na aplicação. Ele pode decidir acessar diretamente cada

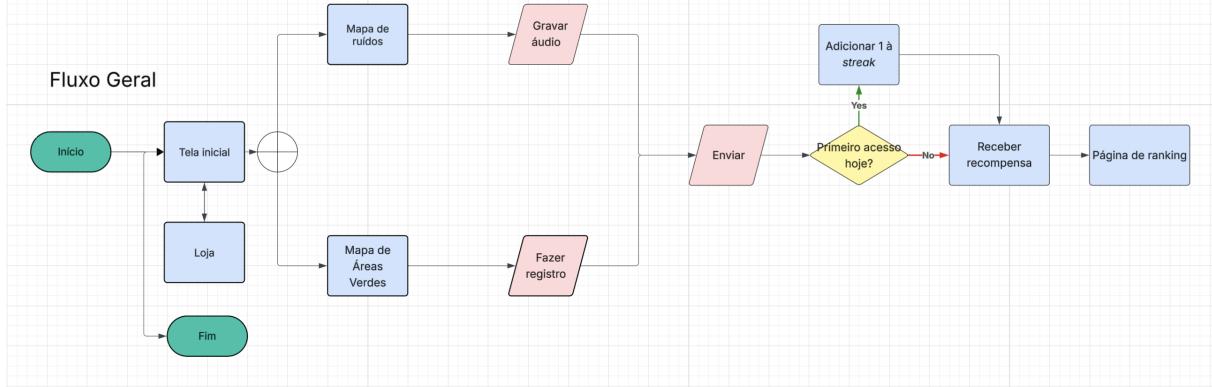


Figura 1 – Fluxo geral provê visão de alto nível do uso do app

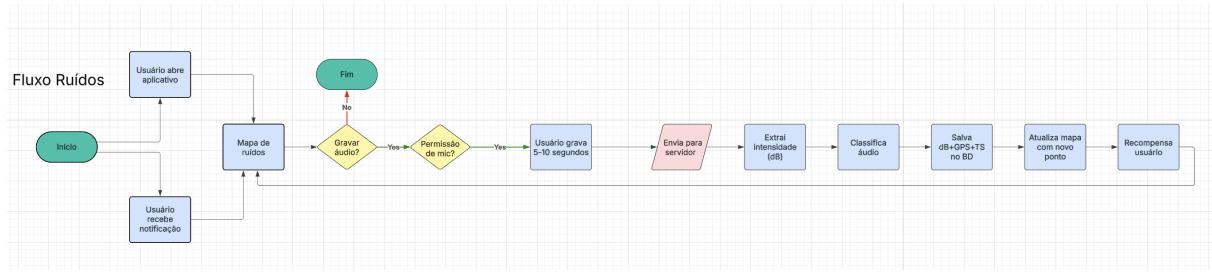


Figura 2 – Fluxo de medição de ruído

um dos mapas de calor disponíveis, ou então acessar uma loja virtual. Se decidir fazer uma contribuição, o usuário passará por fluxos específicos dependendo do mapa atual em que está. Após o envio e processamento, é ativado o ciclo de recompensa, durante o qual *streak* e saldo de moedas são atualizados. É importante que a pessoa seja então direcionada ao *ranking*, pois é nesse local que poderá se comparar a outros e sentir-se incentivada a continuar contribuindo para se manter ou atingir o topo.

O fluxo relacionado aos ruídos, demonstrado na Figura 2 tem como particularidade um incentivo extra ao acesso diário: uma vez por dia, o usuário recebe uma notificação em um momento aleatório para que grave um áudio de cerca de cinco segundos. Ao clicar na notificação, automaticamente será encaminhado para a página onde faz a gravação. Após receber a permissão de uso do microfone e gravar o som ambiente do local onde se encontra, o servidor recebe o áudio, extraí a intensidade média, classifica o ruído em baixo, médio, alto ou crítico, e então salva as informações de data/hora da gravação, localização e classificação do ruído. A partir dessa atualização, o mapa de calor é atualizado com um novo ponto e o usuário é recompensado.

A Figura 3 mostra o fluxo de áreas verdes, o qual, ao contrário do fluxo de ruídos, não pode ser acessado através de uma notificação, visto que a pessoa pode não encontrar

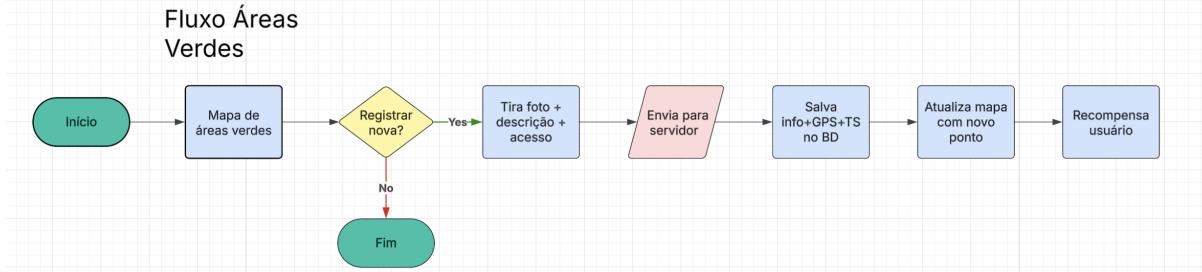


Figura 3 – Fluxo de mapeamento da micro áreas verdes

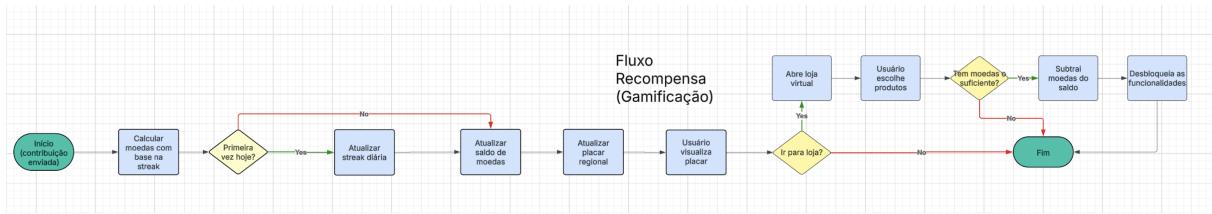


Figura 4 – Fluxo de gamificação e recompensas

uma área de interesse na cidade com tanta frequência. Estando na página com o mapa de áreas verdes, ela pode decidir registrar uma nova, e então é importante que tire uma foto, descreva a área e como acessá-la. De maneira análoga a o que ocorre no fluxo de ruídos, as informações preenchidas pelo usuário são combinadas com a localização e o *timestamp* para gerar um novo ponto no mapa. O usuário é igualmente recompensado pela ação.

Um dos grandes diferenciais do Heatmapp é a presença de elementos relacionados à *gamificação*, que se integram à aplicação com o intuito de estimular os usuários a formar o hábito de contribuir com qualidade e frequência. Por isso, sempre que for feita uma contribuição, é calculada uma recompensa baseada na quantidade de dias consecutivos com a qual a pessoa enviou contribuições (*streak*). Por exemplo, se o usuário possui uma *streak* de cinco dias, deverá receber cinco moedas virtuais. Entretanto, é preciso tomar alguns cuidados: é necessário impedir que agentes maliciosos façam uma quantidade exagerada de contribuições de baixa qualidade com o intuito de acumular uma quantidade muito grande de moedas e evitar que pessoas com uma *streak* muito grande recebam sempre moedas demais e fiquem entediadas. Assim, são usados dois sistemas de mitigação: cada contribuição extra feita no mesmo dia rende apenas uma moeda, e só se pode fazer dez contribuições diárias; e após atingir *streak* 30, o usuário continuará recebendo 30 moedas na primeira contribuição do dia indefinidamente.

Após a atualização da *streak* e do saldo, o placar é atualizado. Esse placar é regional, assim pessoas de São Paulo verão apenas outros que também estiverem contribuindo na

mesma cidade. O usuário é automaticamente levado a essa página de *ranking* após fazer sua contribuição. É importante ressaltar que o critério de classificação é a *streak* apresentada pelos contribuintes até o dia atual.

As moedas recebidas têm como propósito a aquisição de produtos virtuais na loja do aplicativo. Tais produtos têm preços variáveis, de forma que os mais caros servem para manter pessoas com *streaks* altos engajadas. Por exemplo, uma foto de perfil especial pode ser comprada por 10 mil moedas, mas serve como uma amostra de *status* por parte dos poucos que sejam capazes de fazer a aquisição. Outros itens incluem "salvamento de *streak*", um item que permite que a pessoa preserve sua posição atual mesmo após perder um dia; "recompensa em dobro", que dobra o número de moedas por um dia; e diversos componentes estéticos. Os itens mais básicos são baratos o suficiente para que usuários mais novos possam participar também na economia.

A partir de uma metodologia de estudo que usa de bases teóricas sólidas aliadas a ações predominantes no mercado de tecnologia móvel, cria-se uma solução prática e de grande ajuda a moradores de grandes cidades.

4 Resultados

A partir da metodologia estabelecida e das ferramentas mencionadas no capítulo anterior, foi possível construir uma versão funcional do aplicativo Heatmapp que integra dados enviados pelos usuários em tempo real e os mostra de maneira imagética e intuitiva. Elementos de gamificação são utilizados para completar a solução. Os resultados apresentados nesta seção são o resultado de 13 ciclos de desenvolvimento incrementais, cada qual adicionando uma nova funcionalidade e refinando as existentes até que se obtivesse uma aplicação viável e útil.

Os principais resultados obtidos incluem:

- (1) implementação completa dos fluxos de medição de ruído e mapeamento de microáreas verdes;
- (2) geração automática de mapas de calor atualizados em tempo real;
- (3) funcionamento do sistema de *streak*, moedas virtuais e itens da loja; e
- (4) a construção da interface final em React Native, validada por testes de navegação e usabilidade dentro do time de desenvolvimento.

A seguir, a concretização desses resultados está disposta através de uma comparação entre as telas originalmente planejadas em um protótipo de alta fidelidade e os elementos finais e funcionais. Fluxos e comportamentos observados durante a etapa de validação também estão descritos a seguir.

Os usuários devem entrar ou criar uma conta para que possam acessar o aplicativo. Dessa forma, suas contribuições poderão ser corretamente atribuídas a si, bem como elementos de gamificação tais como *streak*, moedas e compras. As páginas de *login* e cadastro estão ilustradas nas figuras 5 e 6.

Uma vez devidamente registrado ou logado, o usuário visualiza a página de mapa de poluição sonora. O protótipo orginal pode ser visualizado na Figura 7. Entretanto, devido ao propósito da aplicação de ajudar principalmente pessoas portadoras de sensibilidades sensoriais, o mapa usa modo escuro, contendo apenas destaque nas áreas com contribuições. A pessoa também pode pesquisar por locais específicos e visualizar o nível de ruído dos arredores. Seguindo a heurística de Nielsen "Correspondência entre o sistema e o mundo real", são usadas as cores vermelho (ruído alto), amarelo (médio) e verde (baixo) em forma



Figura 5 – Página de cadastro de usuário

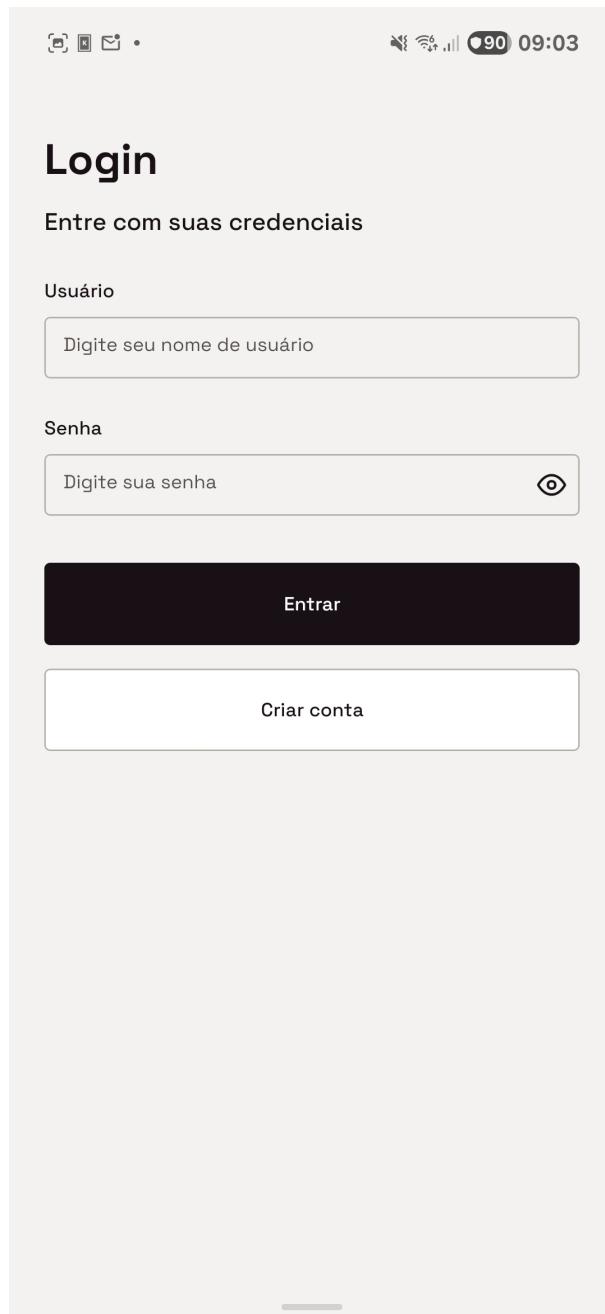


Figura 6 – Página de *login* de usuário

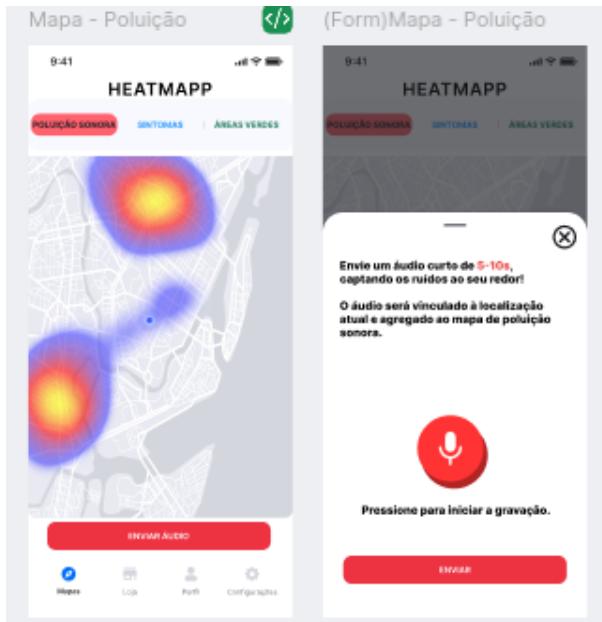


Figura 7 – Protótipo - mapa de ruídos

de gradiente, reduzindo a carga mental dos usuários para interpretação dos elementos visuais (Figura 8).

Nessa página, também há um botão que permite que a pessoa grave um áudio de 10 segundos de forma fácil e intuitiva, sem precisar fazer qualquer navegação extra. O sistema cuida de todas as atualizações do mapa e do usuário automaticamente, e então redireciona o cliente para o *ranking* a fim de este se compare com outros e se sinta motivado a contribuir mais (Figura 9).

O mapa de áreas verdes informais é semelhante, porém, após conversas informais com usuários em potencial, percebeu-se que um mapa de calor tal qual havia sido inicialmente projetado (Figura 10) não seria tão útil quanto um mapa com pontos específicos ("alfinetes") que pudessem ser clicados para ver maiores detalhes sobre o local específico, como demonstrado na Figura 11. Assim como no mapa de ruídos, aqui, o botão para fazer a contribuição também está disponível em uma área de destaque da página que contém o mapa. A Figura 12 demonstra o fluxo seguido pelo usuário no momento em que faz um novo registro adicionando o nome, a foto, a forma de acesso e uma descrição opcional do local. Concluída a adição, ele recebe sua recompensa.

Dentro da loja, os usuários podem adquirir elementos estéticos como ícones para se diferenciar dos demais. Originalmente, pensava-se em utilizar a loja como elemento de monetização, oferecendo um pacote de funcionalidades "*premium*" (Figura 13.) Entretanto, após consultoria com o empresário Dilson de Sá, decidiu-se que o engajamento seria mais

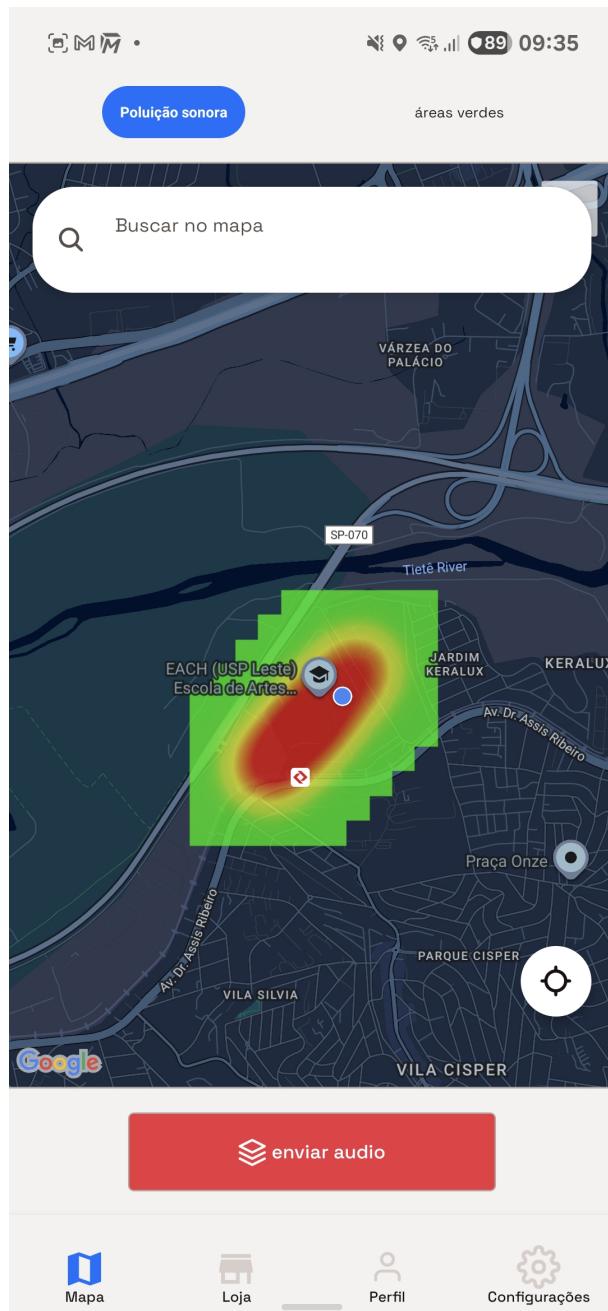


Figura 8 – Versão final - mapa de ruídos

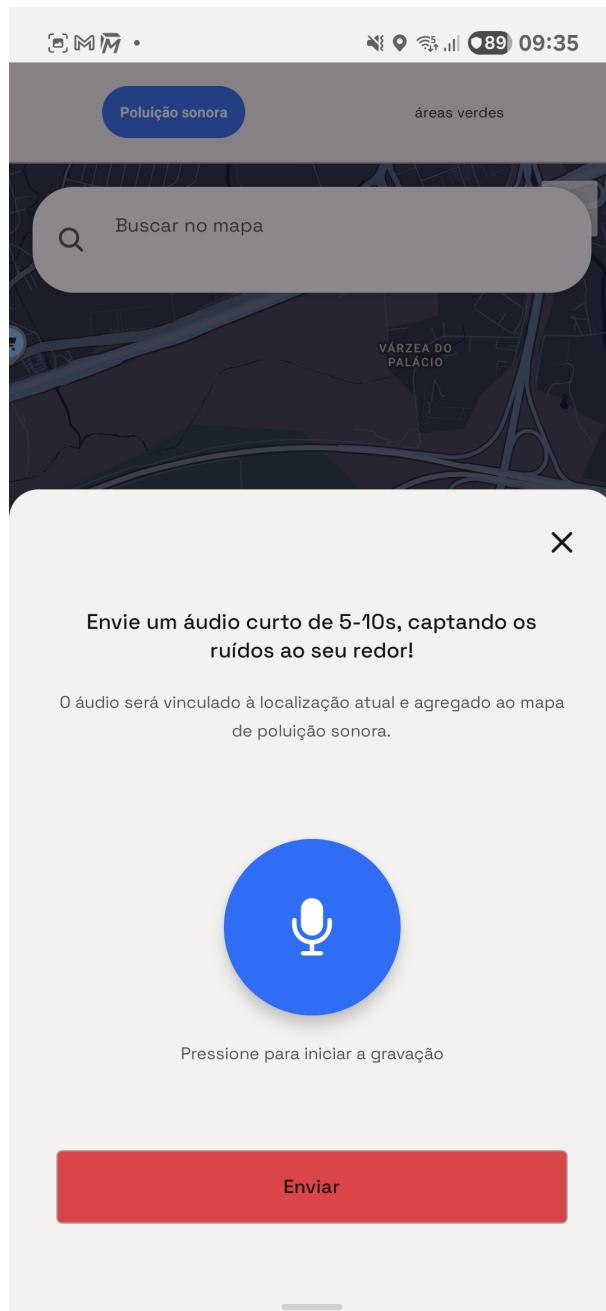


Figura 9 – Versão final - gravação e envio de áudio

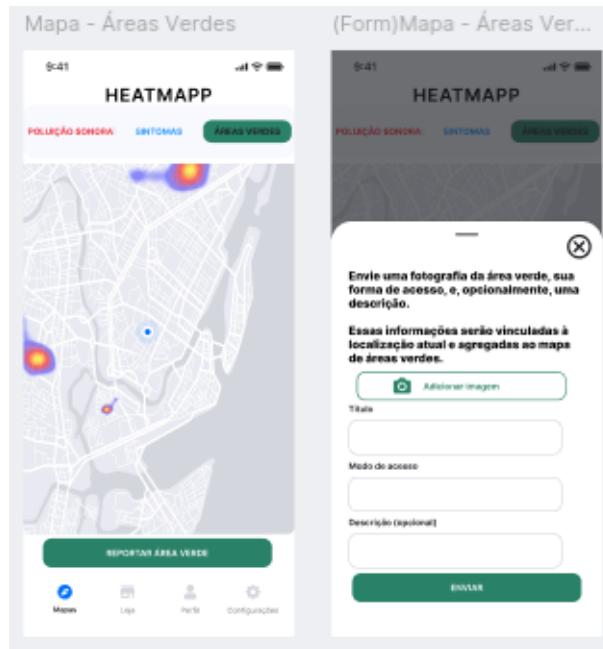


Figura 10 – Protótipo - áreas verdes

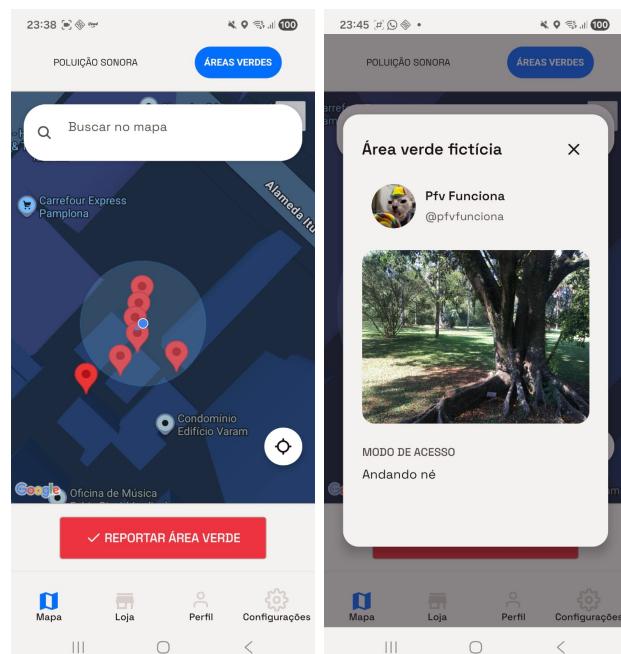


Figura 11 – Versão final - mapa de áreas verdes

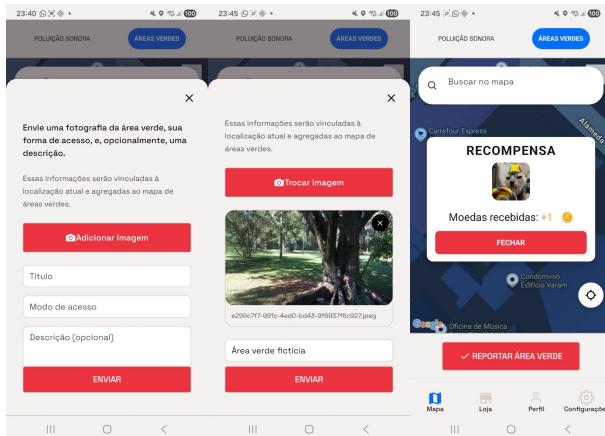


Figura 12 – Versão final - contribuição com área verde

efetivo se tudo pudesse ser desbloqueado utilizando as moedas virtuais obtidas com as contribuições (Figura 14). No futuro, sugere-se que a monetização seja feita por meios mais tradicionais, através de parcerias e anúncios na plataforma.

A página de perfil é onde se encontram as informações pessoais e onde o usuário pode fazer alterações em sua conta. Todos os ícones adquiridos por ele anteriormente ficam disponíveis e podem ser utilizados a qualquer momento. Também fica nesta página o *ranking* de usuários por cidade, onde os que mantêm *streaks* altas ficam em destaque. Colocar a *streak* e as moedas do próprio usuário na mesma página é uma decisão consciente com o objetivo de incentivar a comparação com os que estão no topo do placar. Optou-se por não exibir a listagem das contribuições na página de perfil nesta versão, a fim de manter a consistência da experiência de uso. Apresentar essa informação de forma parcial ou limitada poderia gerar interpretações equivocadas e reduzir a percepção de qualidade da interface. Dessa forma, sua inclusão foi postergada para versões futuras, quando métricas mais completas e elementos visuais adequados já estiverem implementados (Figuras 15 e 16).

As configurações possuem algumas personalizações básicas e um tópico "sobre", onde se pode obter informações sobre o projeto, seu propósito e criadores (Figuras 17 e 18).

Como forma de validação da qualidade da aplicação desenvolvida, foi efetuado um teste com seis usuários com idades variando entre 15 e 57 anos de idade, sendo três deles portadores de alguma forma de sensibilidade sensorial, seja ela decorrente de TEA, enxaqueca ou TDAH. As pessoas selecionadas tiveram a oportunidade de utilizar a versão disponível do aplicativo em seus celulares de uso pessoal diário durante um período de



Figura 13 – Protótipo - loja

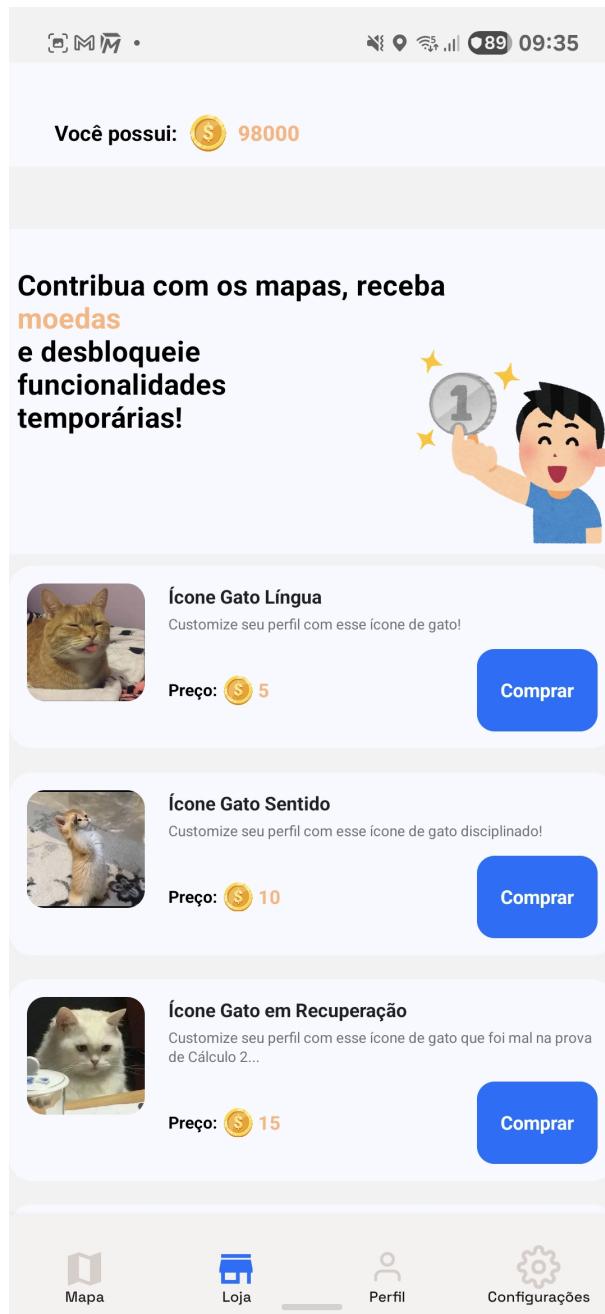


Figura 14 – Versão final - loja

Figura 15 – Protótipo - página de perfil e *ranking*

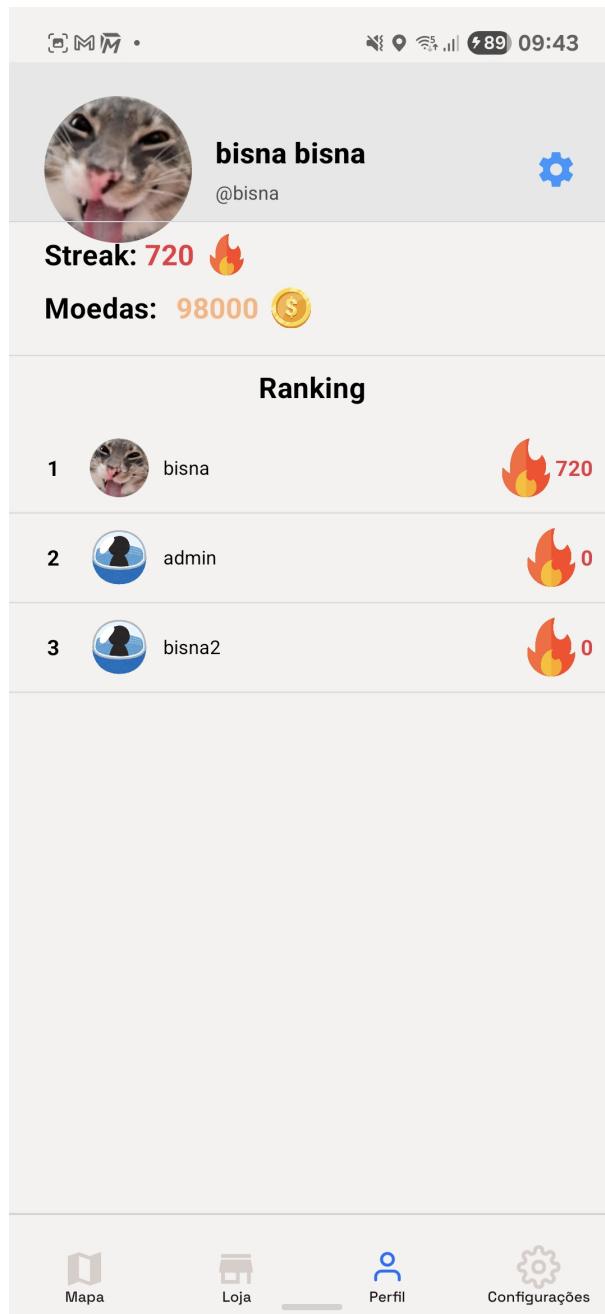


Figura 16 – Versão final - página de perfil e *ranking*

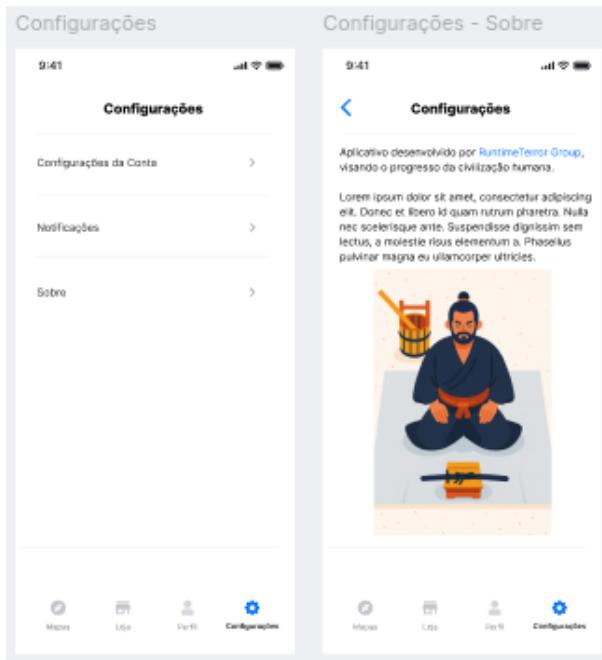


Figura 17 – Protótipo - página de configurações

três dias, após o qual foi realizada uma reunião em formato de *brainstorming* onde os usuários puderam compartilhar suas opiniões a respeito do formato atual e recomendações para o futuro da aplicação. A reunião foi realizada através da plataforma *Google Meet* e durou cerca de uma hora. O encontro foi moderado por Ricardo Miranda com o auxílio de Gabriel Dimant.

Inicialmente, cada participante teve dois minutos para apresentar suas impressões a respeito da experiência de uso das funcionalidades do aplicativo. Caso algum detalhe não ficasse claro, o moderador fazia perguntas adicionais. Depois que tudo estivesse esclarecido, Ricardo parafraseava o que o participante havia falado e o secretário anotava em uma agenda o tópico. Posteriormente, todos os participantes puderam discutir livremente entre si a respeito de suas opiniões, necessidades e desejos relacionados ao app, com interjeições pontuais do moderador para garantir a aderência ao tópico da reunião.

Em geral, os participantes relataram uma experiência positiva com o uso do aplicativo, destacando que os elementos estéticos foram intuitivos e que os fluxos eram fáceis de utilizar, de forma que fazer uma contribuição exigiu um esforço cognitivo trivial, o que foi um fator que incentivou indiretamente o engajamento com a função. A gamificação foi bem recebida pelos testadores, que avaliaram que a combinação de interfaces interativas com recompensas digitais fazia o custo-benefício de fazer uma contribuição ser alto o suficiente para que se sentissem impelidos a entrar com frequência no aplicativo. Dois entrevistados

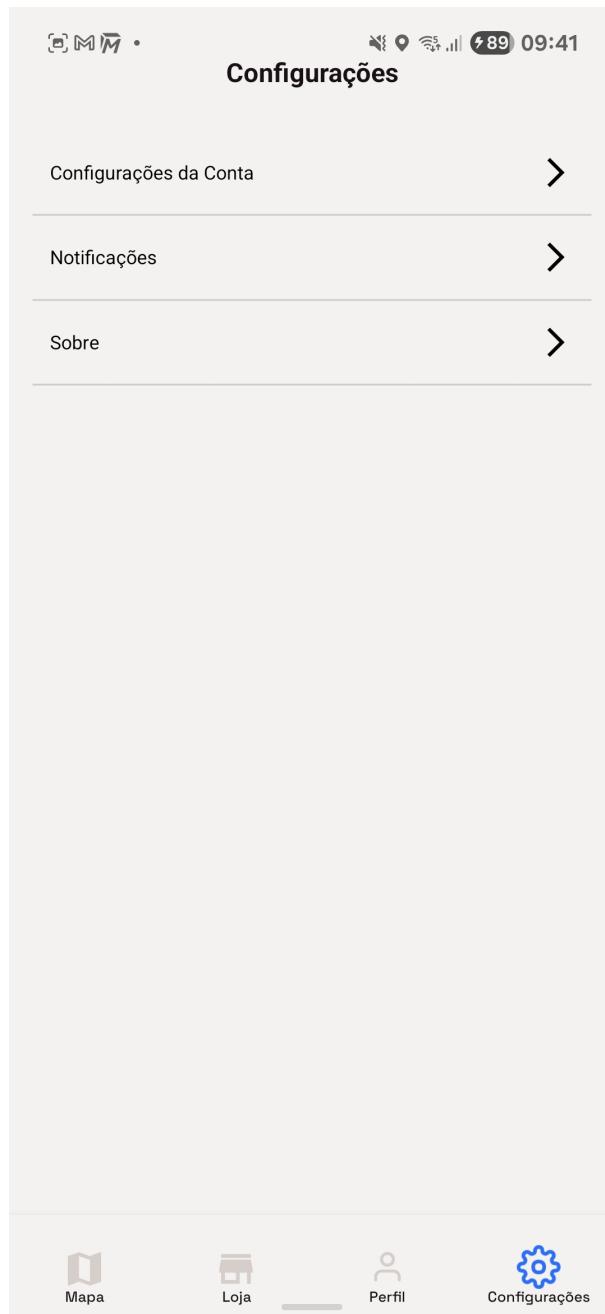


Figura 18 – Versão final - página de configurações

sentiram que os produtos presentes atualmente na loja não eram suficientemente valiosos em sua opinião para motivar o uso diário do Heatmapp, mas admitiram que, caso mais opções fossem adicionadas, sentiriam-se mais atraídos pelo uso assíduo da solução.

Os usuários portadores de sensibilidades sensoriais específicas foram unânimis em enxergar no aplicativo um potencial de melhora em sua qualidade de vida diária. Uma participante, que é mãe de uma criança que também é sensível a ruídos, comentou que ficou até certo ponto emocionada com as possibilidades que a tecnologia abre para que pessoas das próximas gerações possam se sentir mais confortáveis e aceitas na sociedade. Essa categoria de participante no teste concordou que o acesso rápido a informações atualizadas tanto sobre locais com potenciais gatilhos quanto espaços para descompressão será de ajuda para planejar deslocamentos e evitar ambientes potencialmente desgastantes.

Entretanto, algumas limitações foram identificadas e podem orientar melhorias futuras. Um usuário relatou que o sistema de coleta de medições ainda exige intervenção manual e que gostaria de ter a opção de manter a gravação acontecendo automaticamente em segundo plano, dado que tivesse absoluta certeza de que o áudio propriamente dito não fosse lido ou armazenado pela empresa. Outros três apontaram que, em regiões com poucos usuários ativos, o mapa pode acabar vazio ou pouco representativo, e portanto sugeriram que houvesse algum tipo de integração com bases públicas de dados urbanos, mesmo que estes não sejam atualizados com grande frequência.

Cinco dentre os seis participantes afirmaram que utilizariam o aplicativo após o período de testes, destacando sua utilidade prática no cotidiano da metrópole. Apenas uma pessoa indicou que o uso seria ocasional, pois não costuma ir para áreas desconhecidas e não se sente incomodada pelo ritmo urbano. Ainda assim, esse usuário reconheceu que o Heatmapp possui potencial social relevante, especialmente para pessoas que, ou são sensíveis a estímulos ambientais, ou cuidam de/auxiliam outros nessas condições.

Referências

- BONCU, ; CANDEL, O.-S.; POPA, N. L. Gameful green: A systematic review on the use of serious computer games and gamified mobile apps to foster pro-environmental information, attitudes and behaviors. *Sustainability*, v. 14, n. 16, 2022. ISSN 2071-1050. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/16/10400>>.
- CAMPOS, R. B. F.; CASTRO, J. M. Áreas verdes: Espaços urbanos negligenciados impactando a saúde. *Saúde & Transformação Social/Health & Social Change*, Universidade Federal de Santa Catarina, v. 8, n. 1, p. 106–116, 2017.
- CHEN, K.; ZHANG, T.; LIU, F.; ZHANG, Y.; SONG, Y. How does urban green space impact residents' mental health: A literature review of mediators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 22, p. 11746, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/22/11746>>.
- Django Software Foundation. *Django: The Web Framework for Perfectionists with Deadlines*. 2025. <<https://www.djangoproject.com/>>. Accessed on November 7, 2025.
- Expo.dev. *Expo — Build Universal Native Apps with React*. 2025. <<https://expo.dev>>. Accessed on November 7, 2025.
- Failed Architecture. Mapping algorithms are failing to address urban inequalities in the global south. 2021. Acessado em 24 de outubro de 2025. Disponível em: <<https://failedarchitecture.com/mapping-algorithms-are-failing-to-address-urban-inequalities-in-the-global-south/>>.
- FINK, D. What is the safe noise exposure level to prevent noise-induced hearing loss? *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, v. 35, n. 1, p. 124–128, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41370-024-00660-3>>.
- Finsiders Brasil. «*Cada vez mais empresa de ‘analytics’, Boa Vista Serviços tem lucro 4x maior no trimestre*». 2021. Acessado em 24 de outubro de 2025. Disponível em: <<https://finsidersbrasil.com.br/noticias-sobre-fintechs/cada-vez-mais-empresa-de-analytics-boa-vista-tem-lucro-4x-maior-no-trimestre/>>.
- GU, J.; LIU, H.; LU, H. Can even a small amount of greenery be helpful in reducing stress? a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 16, p. 9778, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/19/16/9778>>.
- GUPTA, A.; GUPTA, A.; JAIN, K. et al. Noise pollution and impact on children health. *Indian Journal of Pediatrics*, v. 85, n. 4, p. 300–306, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12098-017-2579-7>>.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work? – a literature review of empirical studies on gamification. In: *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 3025–3034.
- HRISTOVA, D.; JOVICIC, S.; GöBL, B.; FREITAS, S. de; SLUNECKO, T. "why did we lose our snapchat streak?": Social media gamification and metacommunication. *Computers in Human Behavior Reports*, v. 5, p. 100172, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100172>>.

- JARIWALA, H. J.; SYED, H. S.; PANDYA, M. J.; GAJERA, Y. M. Noise pollution & human health: a review. *Noise and Air Pollutions: Challenges and Opportunities*, Ahmedabad: LD College of Eng, 2017.
- KHALDI, A.; BOUZIDI, R.; NADER, F. Gamification of e-learning in higher education: a systematic literature review. *Smart Learning Environments*, v. 10, 2023.
- LIU, Y.; ALEXANDROVA, T.; NAKAJIMA, T. Gamifying intelligent environments. In: *MM'11 - Proceedings of the 2011 ACM Multimedia Conference and Co-Located Workshops – Ubi-MUI 2011 Workshop*. [s.n.], 2011. p. 7–12. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2072652.2072655>>.
- Meta Open Source. *React Native — Build native apps using React*. 2025. <<https://reactnative.dev/>>. Accessed on November 7, 2025.
- Microsoft. *TypeScript: Typed JavaScript at Any Scale*. 2025. <<https://www.typescriptlang.org/>>. Accessed on November 7, 2025.
- MILLER, C. C. On web and iphone, a tool to aid careful shopping. *The New York Times*, June 2009. Accessed: 2025-10-20. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2009/06/15/technology/internet/15guide.html>>.
- Mobiloud. *What percentage of internet traffic is mobile?* 2024. Acesso em: 17 out. 2025. Disponível em: <<https://www.mobiloud.com/blog/what-percentage-of-internet-traffic-is-mobile>>.
- NOORBEHBAHANI, F.; SALEHI, F.; ZADEH, R. J. et al. A systematic mapping study on gamification applied to e-marketing. *Journal of Research in Interactive Marketing*, v. 13, n. 3, p. 392–410, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/JRIM-08-2018-0103>>.
- O Estado de S. Paulo. *Área verde em São Paulo ajuda a reduzir o calor — entenda como e onde acontece*. 2025. Acessado em 24 de outubro de 2025. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/sao-paulo/area-verde-sao-paulo-calor/?srsltid=AfmBOoplvDWJrzqtu44R_6OhW_-pJrRy9tIqoW2hZqLNfl_1w71UB0pA>.
- ORTU, M.; DESTEFANIS, G.; KASSAB, M.; MARCHESI, M. Measuring and understanding the effectiveness of jira developers communities. In: *2015 IEEE/ACM 6th International Workshop on Emerging Trends in Software Metrics*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 3–10.
- Prefeitura de São Paulo. *Cobertura vegetal na cidade de São Paulo ultrapassa 50% do seu território*. 2025. <Https://prefeitura.sp.gov.br/web/governo/w/institucional/348608>. Acessado em 24 de outubro de 2025.
- Rafael Saldanha. *São Paulo é a cidade mais poluída do mundo e única com ar insalubre para todos*. 2025. Último acesso em 2025-10-24. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sao-paulo-e-a-cidade-mais-poluida-do-mundo-e-unica-com-ar-insalubre-para-todos/>>.
- Rede Nossa São Paulo. *Pesquisa Viver em SP 2025: Qualidade de Vida*. 2025. Último acesso em 2025-10-24. Disponível em: <https://nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2025/01/Pesquisa-Viver-em-SP-2025_Qualidade-de-Vida-final-2.pdf>.

- REICHERT, T.; SILVA, M.; COSTA, P. Urban green spaces in brazil: Challenges and opportunities in the context of the covid-19 pandemic. *ResearchGate*, 2023. Acessado em 24 de outubro de 2025. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/367821875_Urban_Green_Spaces_in_Brazil_Challenges_and_Opportunities_in_the_Context_of_the_COVID-19_Pandemic>.
- SANTANA, C. São paulo está entre cidades mais barulhentas do mundo; veja ranking. *Gazeta de São Paulo*, Aug 2024. Acessado em Disponível em: <<https://www.gazetasp.com.br/cotidiano/sao-paulo-e-uma-das-cidades-mais-barulhentas-do-mundo-diz-pesquisa/1142341/>>.
- SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum — The Rules of the Game*. 2020. <<https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>>. Acessado em: 31 out. 2025.
- SOARES, J.; MONTENEGRO, A. C. de A.; SOUZA, W. dos S.; MEDINA, F. de L.; FERNANDES, O. L. da C.; SANTOS, G. P. de C. et al. Poluição sonora em crianças e adolescentes com transtorno do espectro autista. *SciELO Preprints*, 2023.
- SPENCER, C.; WOOLLEY, H. Children and the city: a summary of recent environmental psychology research. *Child: care, health and development*, Wiley Online Library, v. 26, n. 3, p. 181–198, 2000.
- TCHRELASHVILI, N. Challenges of the urban environment and their impact on the quality of life of children with autism spectrum disorder. *Scientific-technical Journal "BUILDING"*, v. 1, n. 71, p. 73–76, 2025.
- TOWER, S. *2025 Global App Market Report*. 2025. Accessed: 2025-10-20. Disponível em: <<https://sensortower.com/blog/sensor-tower-app-market-forecast-2025>>.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: Uma introdução metodológica (action research: a methodological introduction). *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443–466, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>>.