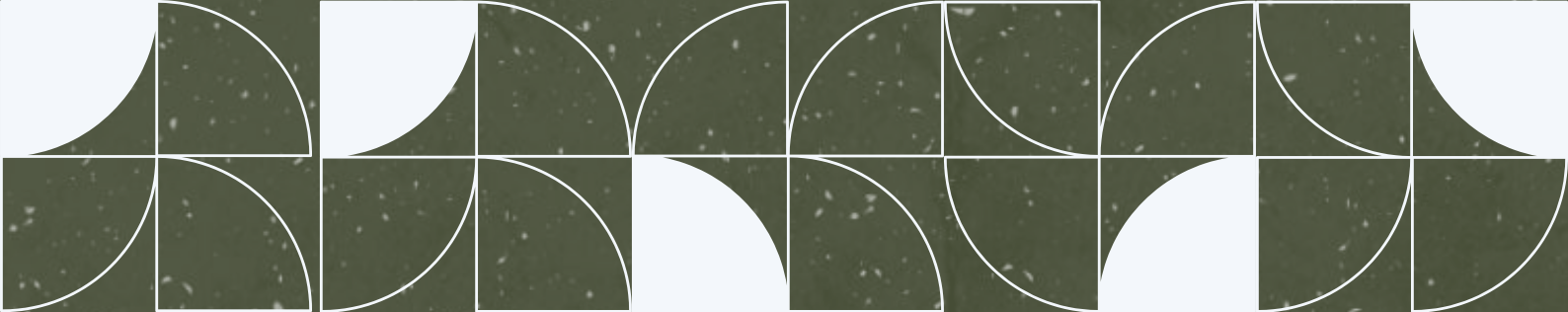




AraREEE: Solução de Software para Gestão de Resíduos Eletrônicos e e- participation.

Autor: Wisnner Franklin dos Santos Silva
Orientador: Prof. Dr. Marcílio Ferreira de Souza Júnior





Instituto Federal de Alagoas
Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais
Mestrado Profissional

AraREEE: Solução de Software para Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos e e-participation.

Autor : Wisnner Franklin dos Santos Silva

Orientador : prof. Dr. Marcílio Ferreira de Souza Júnior

Tipo de Produto Técnico ou Tecnológico
Software / Aplicativo

Linha de Pesquisa
Tecnologias e Inovações Ambientais



AraREEE: Solução de Software para Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos e e-participation.

**Ministério da Educação
Instituto Federal de Alagoas**

Reitor

Carlos Guedes de Lacerda

Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Eunice Palmeira da Silva

Coordenadora do Mestrado em Tecnologias Ambientais

Sheyla Karolina Justino Marques

Autores:

Wisnner Franklin dos Santos Silva

Marcílio Ferreira de Souza Júnior

Projeto Gráfico:

Wisnner Franklin dos Santos Silva

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

*A reprodução não autorizada desta
publicação, no todo ou em parte, constitui
violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)*



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

363.7

S586a

Silva, Wisnner Franklin dos Santos.

AraREEE Solução de software para gestão de resíduos eletroeletrônicos e e-participation / Wisnner Franklin dos Santos Silva. – Dados eletrônicos (1 arquivo . 39.464 KB). – 2026.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

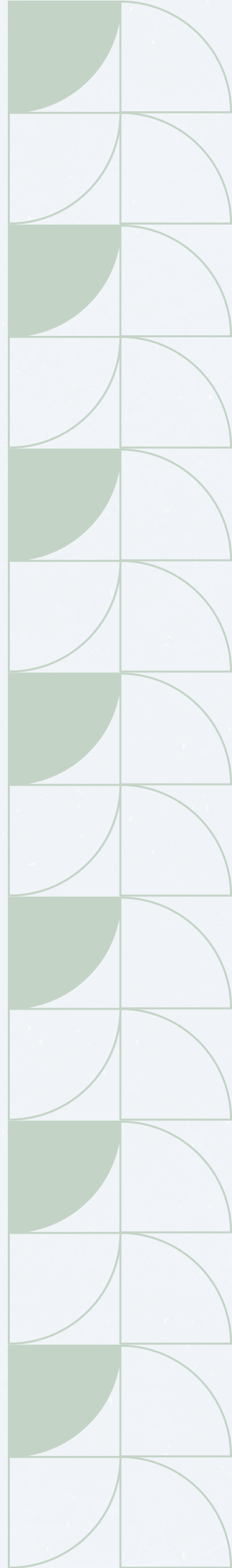
Produto Educacional (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Marechal Deodoro*, Marechal Deodoro, 2026.

Orientação: Prof. Dr. Marcílio Ferreira de Souza Júnior.

1. Gestão de resíduos. 2. Logística reversa. 3. Lixo eletrônico. 4. REEE. 5. Sustentabilidade. I. Souza Júnior, Marcílio Ferreira. II. Título.

Índice

05	Apresentação
09	Descritivo do Produto Técnico e Tecnológico
10	Elaboração e Metodologia
15	Manual de Uso e Interfaces
23	Repositório
24	Conclusão
26	Referências



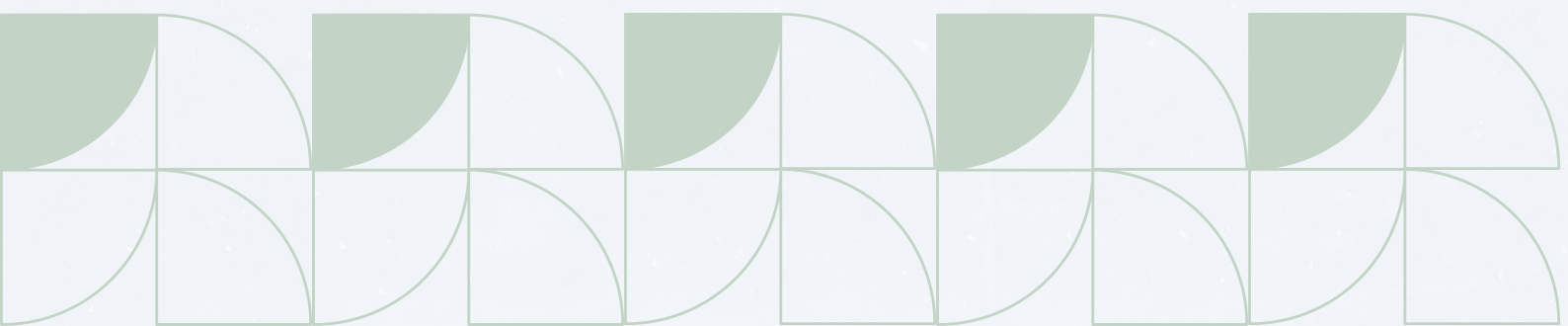
Apresentação

Relevância social e econômica

O descarte inadequado de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) representa um risco crescente à saúde pública e ao meio ambiente no município de Arapiraca-AL. O AraREEE atende a uma demanda social urgente ao conectar cidadãos aos serviços de logística reversa, fomentando a economia circular e possibilitando que resíduos valiosos retornem à cadeia produtiva em vez de contaminarem o solo e lençóis freáticos.

Aderência

Este produto é derivado da dissertação desenvolvida no Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais, alinhando-se à linha de pesquisa de Tecnologias e Inovações Ambientais. O artefato materializa os conceitos teóricos de gestão de resíduos e participação cidadã eletrônica (e-participation) discutidos na pesquisa acadêmica.



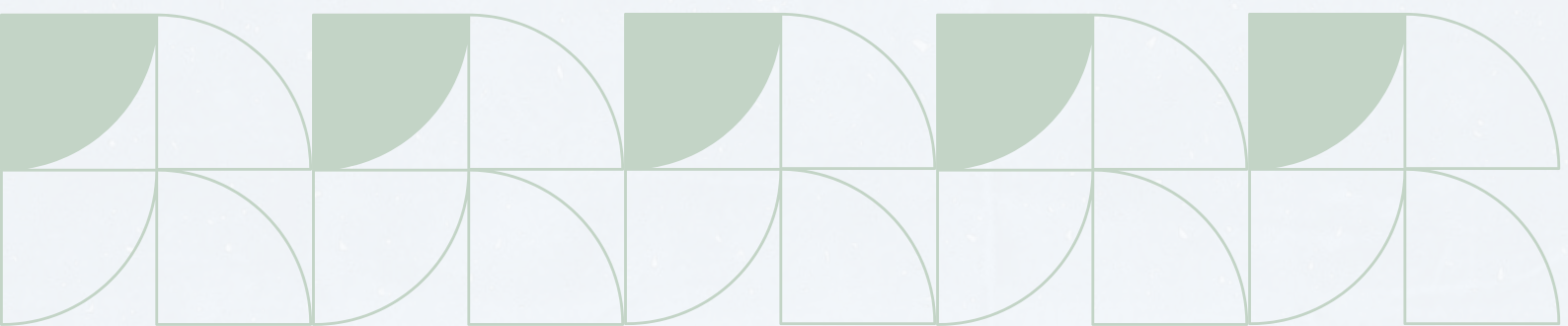
Apresentação

Impacto

A implementação do aplicativo tem potencial para reduzir significativamente o volume de REEE em terrenos baldios e lixo comum. Ao facilitar o agendamento de coletas e a denúncia de descartes irregulares, o AraREEE fortalece a atuação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) e empodera o cidadão como agente fiscalizador.

Aplicabilidade e Inovação

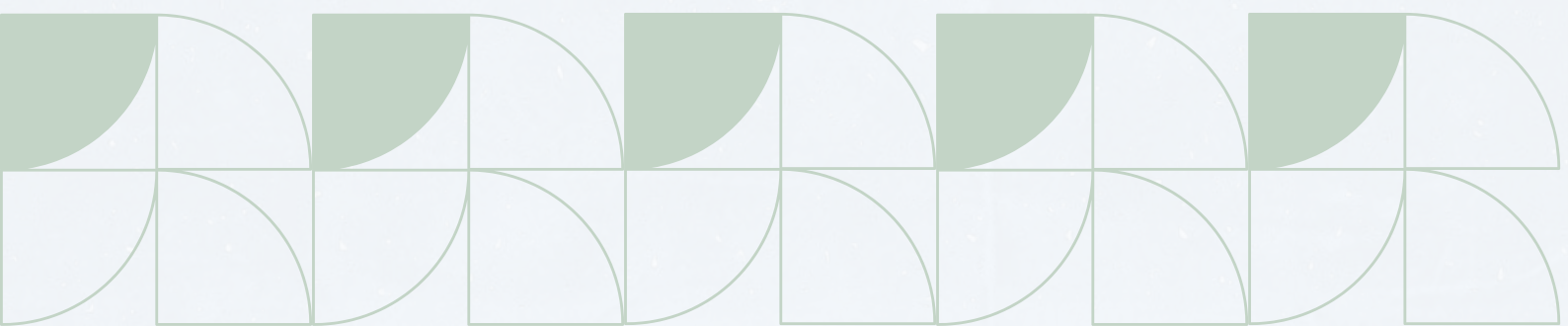
Desenvolvido para plataforma Android, o aplicativo utiliza tecnologias acessíveis e escaláveis. A inovação reside na integração de ferramentas No-Code (Kodular) com banco de dados em tempo real (Firebase) para criar uma solução de baixo custo e alta eficiência para a gestão municipal, superando a barreira da falta de infraestrutura digital específica para REEE na região.



Apresentação

Complexidade

A solução articula múltiplos atores (cidadãos, gestão pública, associações de catadores) e integra diferentes funcionalidades tecnológicas: localização de ecopontos, formulários dinâmicos de denúncia e autenticação de usuários.



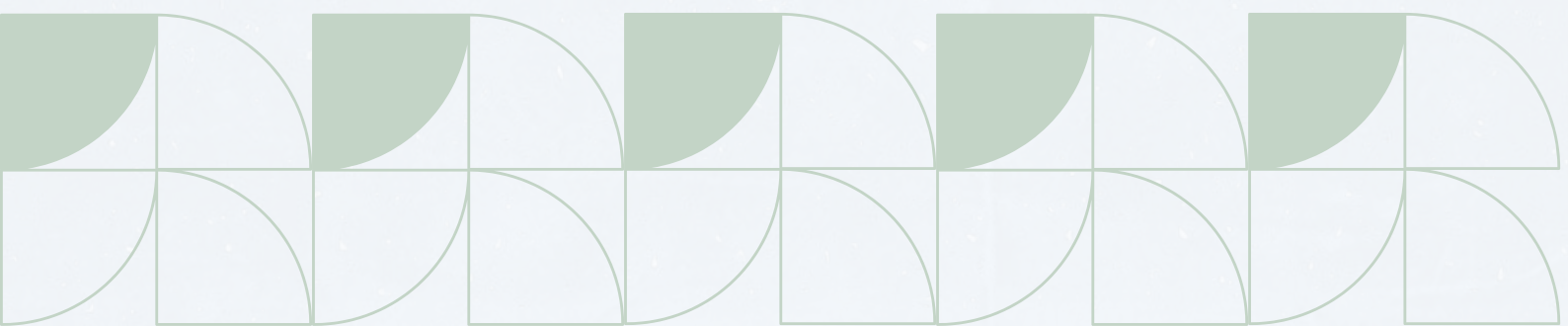
Descritivo do Produto Técnico e Tecnológico

O AraREEE é um aplicativo móvel projetado para atuar como um *hub* centralizador das ações de logística reversa no município de Arapiraca. Sua arquitetura prioriza a usabilidade e a redução de barreiras de letramento digital.

Estrutura Funcional

O aplicativo opera através de três módulos principais acessíveis na tela inicial:

- 1. Agendar Coleta:** Módulo de logística reversa onde o usuário solicita a retirada de equipamentos.
- 2. Ecopontos:** Módulo informativo que exibe a localização, endereço e horários de funcionamento dos ecopontos do município.
- 3. Denúncia:** Ferramenta de fiscalização cidadã para reportar descartes irregulares em vias públicas ou áreas de preservação.



Elaboração e Metodologia

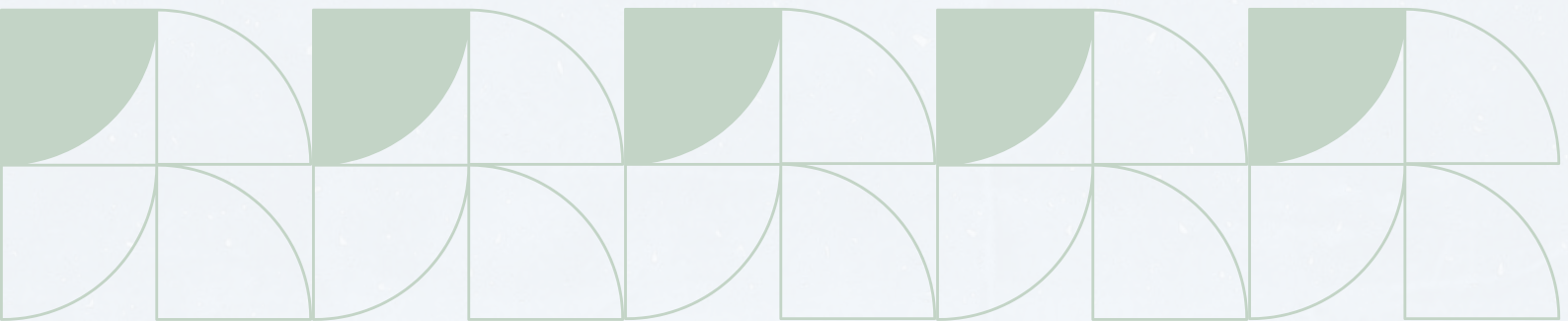
Ferramentas de Desenvolvimento

A construção do AraREEE seguiu uma abordagem de desenvolvimento ágil utilizando ferramentas de prototipagem e programação visual (Low-code). As tecnologias empregadas estão detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1 – *Stack Tecnológico do AraREEE.*

Tecnologia	Função no Projeto	Aplicação Prática
Figma	Design de Interface (UI/UX)	Criação de wireframes, protótipos de alta fidelidade e
Kodular	Desenvolvimento Front-end	Programação em blocos lógicos para Android e integração de
Google Firebase	Backend e Banco de Dados	Autenticação de usuários, armazenamento de dados de
Google Maps API	Geolocalização	Renderização de mapas para localização de denúncias

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

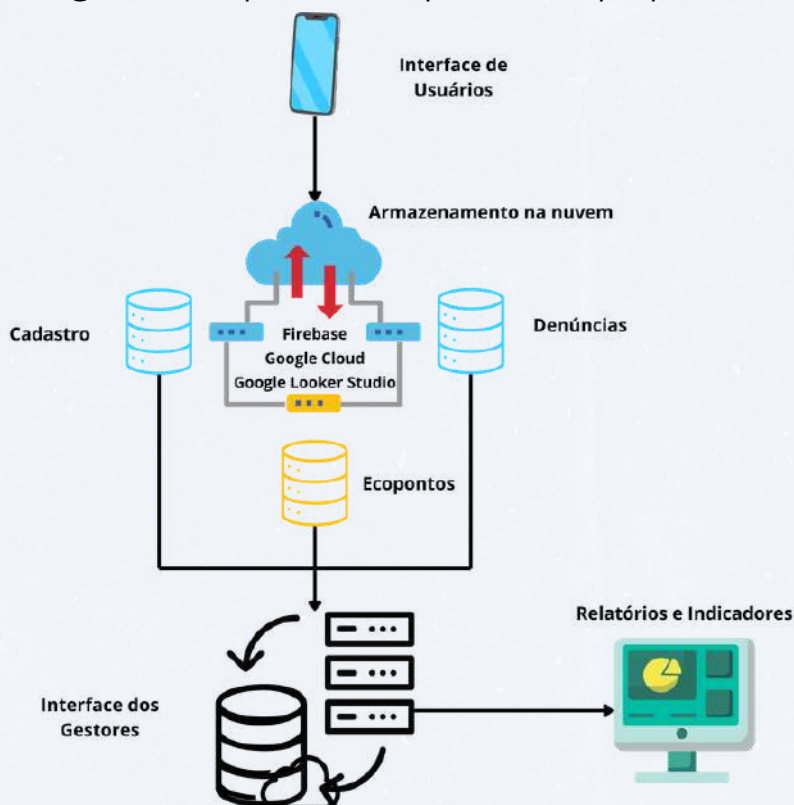


Elaboração e Metodologia

Arquitetura da Solução

A solução foi estruturada como uma aplicação híbrida integrada a um servidor central e banco de dados em nuvem. O desenvolvimento utilizou a plataforma *Kodular* para a prototipagem ágil de interfaces e fluxos lógicos, enquanto o *Firebase* foi adotado como *backend*. Essa combinação garantiu recursos de autenticação, armazenamento e sincronização em tempo real, assegurando a escalabilidade e a confiabilidade da plataforma (Figura 1).

Figura 1 - Arquitetura da plataforma proposta.



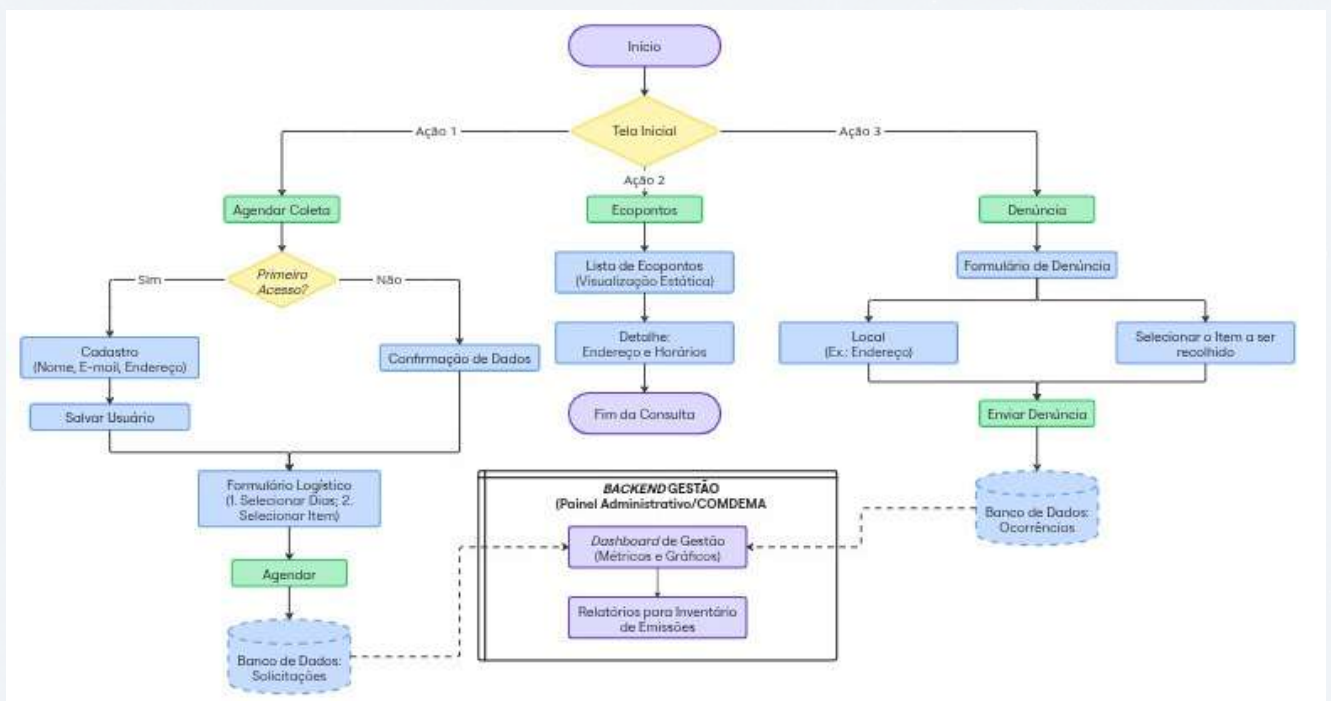
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Elaboração e Metodologia

Arquitetura da Informação

Para garantir uma navegação fluida, o fluxo de dados do aplicativo foi estruturado para minimizar o número de cliques até a ação desejada. A Figura 2 ilustra o fluxograma de navegação do sistema.

Figura 2 - Fluxograma de navegação e arquitetura do AraREEE..



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Elaboração e Metodologia

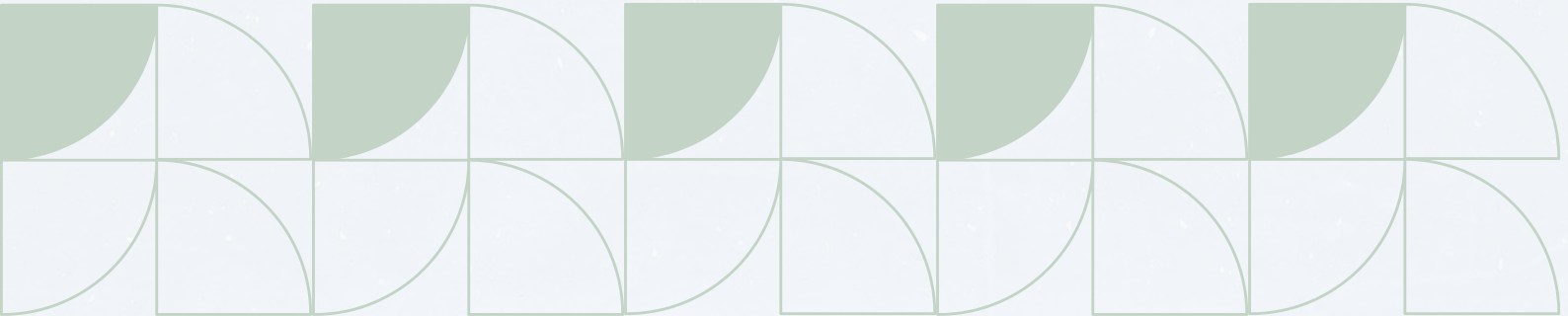
Feedback dos Gestores

O Quadro 2 sistematiza as opiniões coletadas, categorizadas por funcionalidade, correlacionando a visão técnica dos conselheiros com as potencialidades de uso do aplicativo para o fortalecimento da gestão de resíduos em Arapiraca.

Quadro 2 – Matriz de Opiniões dos Gestores do COMDEMA sobre o AraREEE..

Funcionalidade Apresentada	Gestor 1	Gestor 2	Gestor 3
<i>Dashboard</i> de Gestão (Métricas de coleta e relatórios)	"Essencial para as Câmaras Técnicas. Pela primeira vez teremos dados brutos para compor o inventário de emissões e monitorar as metas do plano municipal."	"A visualização dos dados ajuda a justificar a alocação de caminhões. Se o gráfico mostra aumento em um bairro, deslocamos a equipe para lá."	"Excelente ferramenta de transparência. Podemos usar esses relatórios nas audiências públicas para prestar contas à sociedade sobre o que está sendo feito."
Módulo de Denúncia (Localização de descartes irregulares)	"A localização permite criar mapas de calor (<i>heatmaps</i>) das áreas críticas, permitindo um planejamento urbano preventivo e não apenas reativo."	"Transforma o cidadão em um fiscal. Isso otimiza nosso tempo e combustível, pois a equipe já sai da base sabendo exatamente onde está o REEE, com endereço."	"Empodera a comunidade. O cidadão sente que faz parte da solução. Porém, a prefeitura precisa garantir que vai atender a denúncia rápido para não frustrar o usuário."
Lista de Ecopontos (Informações de endereços e horários)	"Ajudará a identificar vazios assistenciais. Olhando a lista e os endereços, fica claro quais regiões da cidade ainda estão descobertas por pontos de"	"Resolve um problema diário de atendimento telefônico. Muita gente liga só para perguntar onde deixar o lixo eletrônico. O <i>app</i> elimina essa demanda."	"É fundamental manter esses dados atualizados. Se o cidadão for até o local e estiver fechado, perderemos a credibilidade da ferramenta."
Agendamento de Coleta (Cadastro e solicitação de retirada)	"Cria rastreabilidade. Sabemos quem gerou, o que gerou e quando foi coletado, garantindo a documentação necessária para a logística reversa legal."	"Organiza a rota do caminhão. Em vez de rodar aleatoriamente, a cooperativa já sai com o itinerário pronto, economizando tempo e recursos."	"Moderniza o serviço público. Traz a gestão de resíduos para a era digital, facilitando a vida de quem não tem tempo de ir até um ecoponto."

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatos coletados dos gestores do COMDEMA, 2026.



Elaboração e Metodologia

Validação e Testes de Usabilidade (SUS)

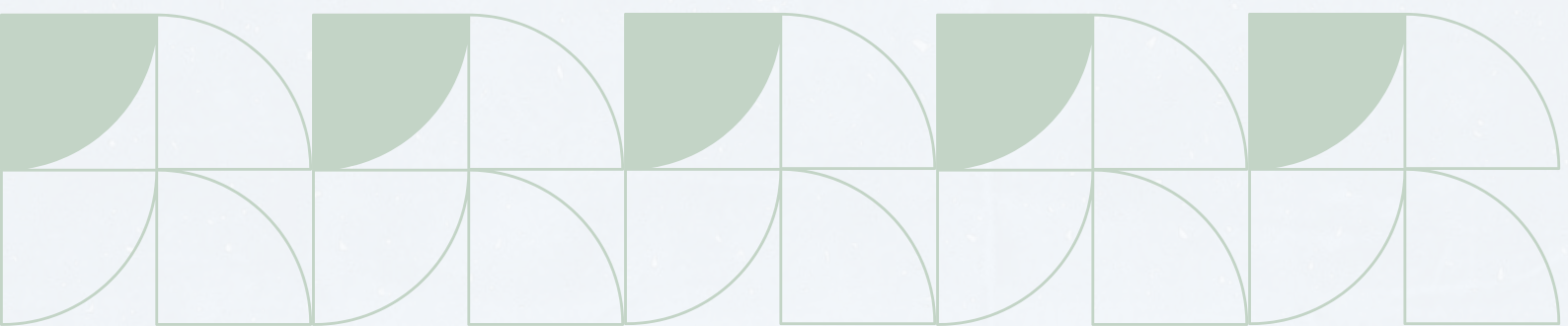
A eficácia do produto foi validada através da aplicação do questionário System Usability Scale (SUS) junto a uma amostra de 114 usuários como pode ser evidenciado no Quadro 1. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade do software como ferramenta de gestão pública.

Quadro 1 – Resultados da Avaliação de Usabilidade (SUS).

Métrica	Resultado	Classificação (Bangor et al., 2009)
Escore Médio Global	72,89%	Bom (Good) - Faixa B
Faixa de Aceitação Predominante	Faixa B (46,5%)	Experiência robusta e intuitiva.
Índice de Reprovação (Faixa F)	0,00%	Nenhuma falha crítica impeditiva detectada.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

A distribuição percentual dos usuários nas faixas de classificação (A a F) reforça que o design da interface foi bem-sucedido em reduzir a complexidade cognitiva, sendo acessível para a maioria dos cidadãos.



Manual de Uso e Interfaces

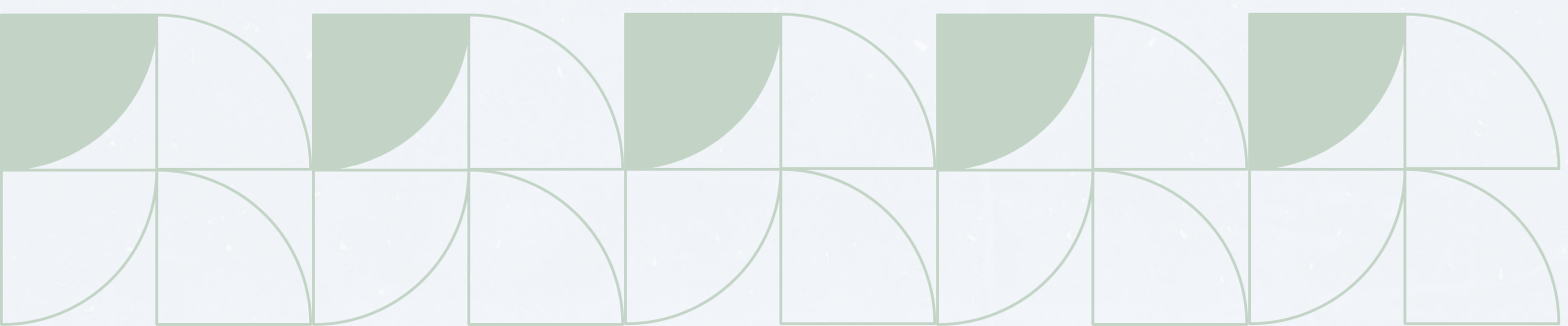
A interface do AraREEE foi projetada com foco na clareza visual. Abaixo são apresentadas as telas principais que compõem a experiência do usuário, (Figuras 3, 4, 5 e 6).

Figura 3 – Tela Inicial.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Destaca os botões de ação rápida (Agendar, Ecopontos, Denúncia) e identidade visual sustentável.



Manual de Uso e Interfaces

Figura 4 – Tela de Agendamento.

The image displays two smartphone screens side-by-side, showing the AraREEE app interface. Both screens have a light green background and a dark green header with the AraREEE logo.

Left Screen (REGISTRAR-SE):

- Header: AraREEE
- Section: REGISTRAR-SE
- Form fields: E-MAIL, NOME, ENDEREÇO
- Buttons: SALVAR, AGENDAMENTO (with a link "Já sou cadastrado" next to it)

Right Screen (AGENDAMENTO DE COLETA):

- Header: AraREEE
- Section: AGENDAMENTO DE COLETA
- Form fields: E-MAIL, ENDEREÇO DA COLETA, COLETA
- Buttons: BUSCAR, AGENDAR
- Additional text: "PERÍODOS DE DISPONIBILIDADE", "SELECIONE OS DIAS EM QUE OS REEE'S PODEM SER COLETADOS", "ITEM A SER COLETADO"

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Formulário simplificado para seleção de itens e datas.

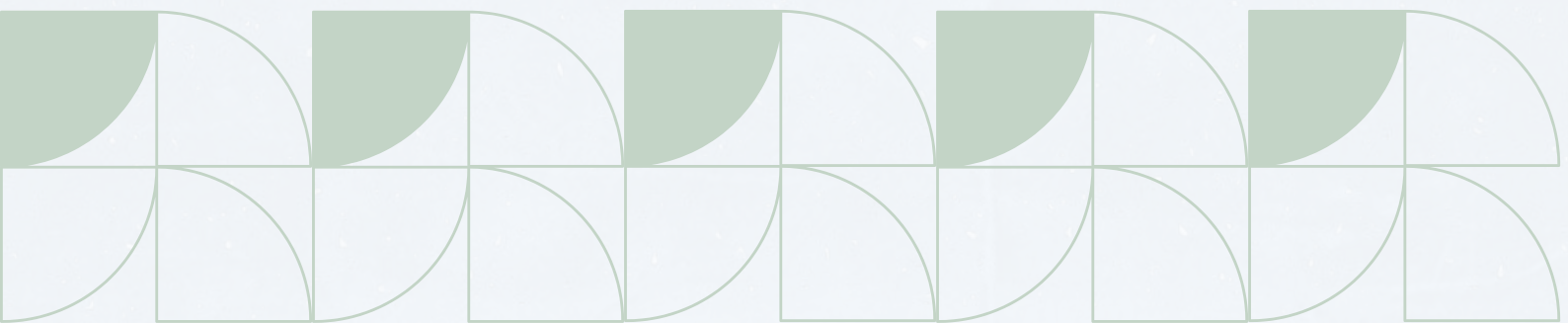
Manual de Uso e Interfaces

Figura 5 – Tela de Ecopontos.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Lista clara com endereços e horários de funcionamento.



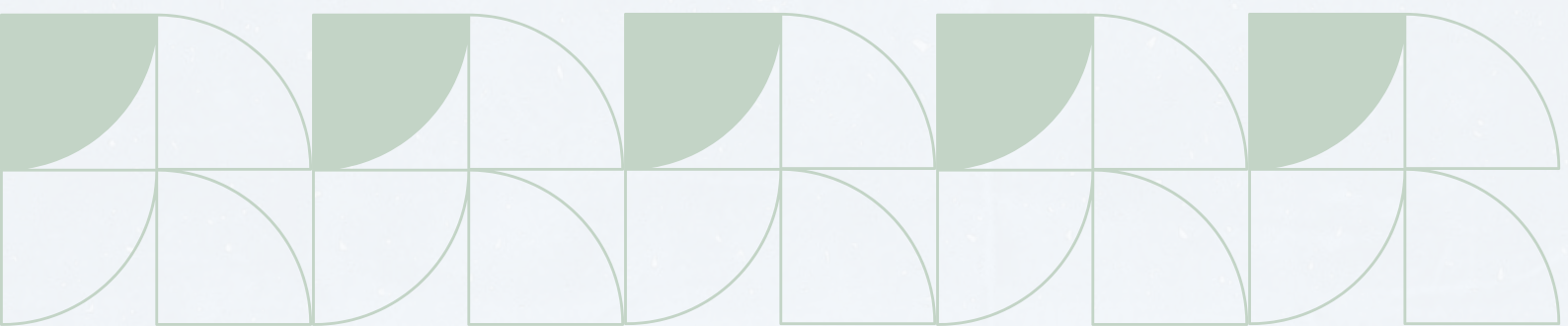
Manual de Uso e Interfaces

Figura 6 – Tela de Denúncia.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

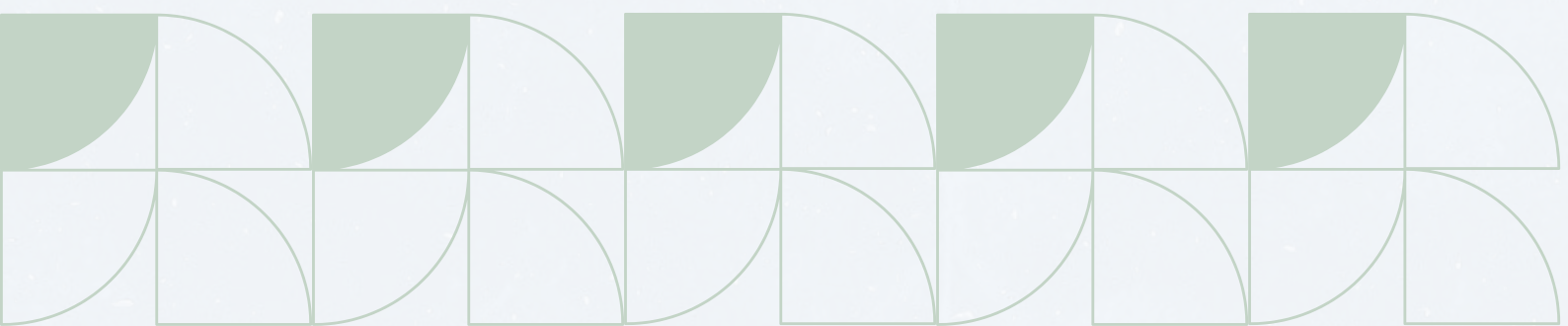
Formulário simplificado para seleção de itens e localização do REEE.



Manual de Uso e Interfaces

O painel de monitoramento de gestores do COMDEMA é estruturado em 03 abas, reunindo os dados gerais de usuários cadastrados, número de coletas agendadas e número de denúncias realizadas pela população.

A partir destes dados que foram armazenados pelo *Firebase* conseguiu-se visualizar através da ferramenta de visualização de dados adotada para a construção dos painéis que foi o *Looker Studio*. Como pode-se ver nas Figuras 7, 8, e 9.



Manual de Uso e Interfaces

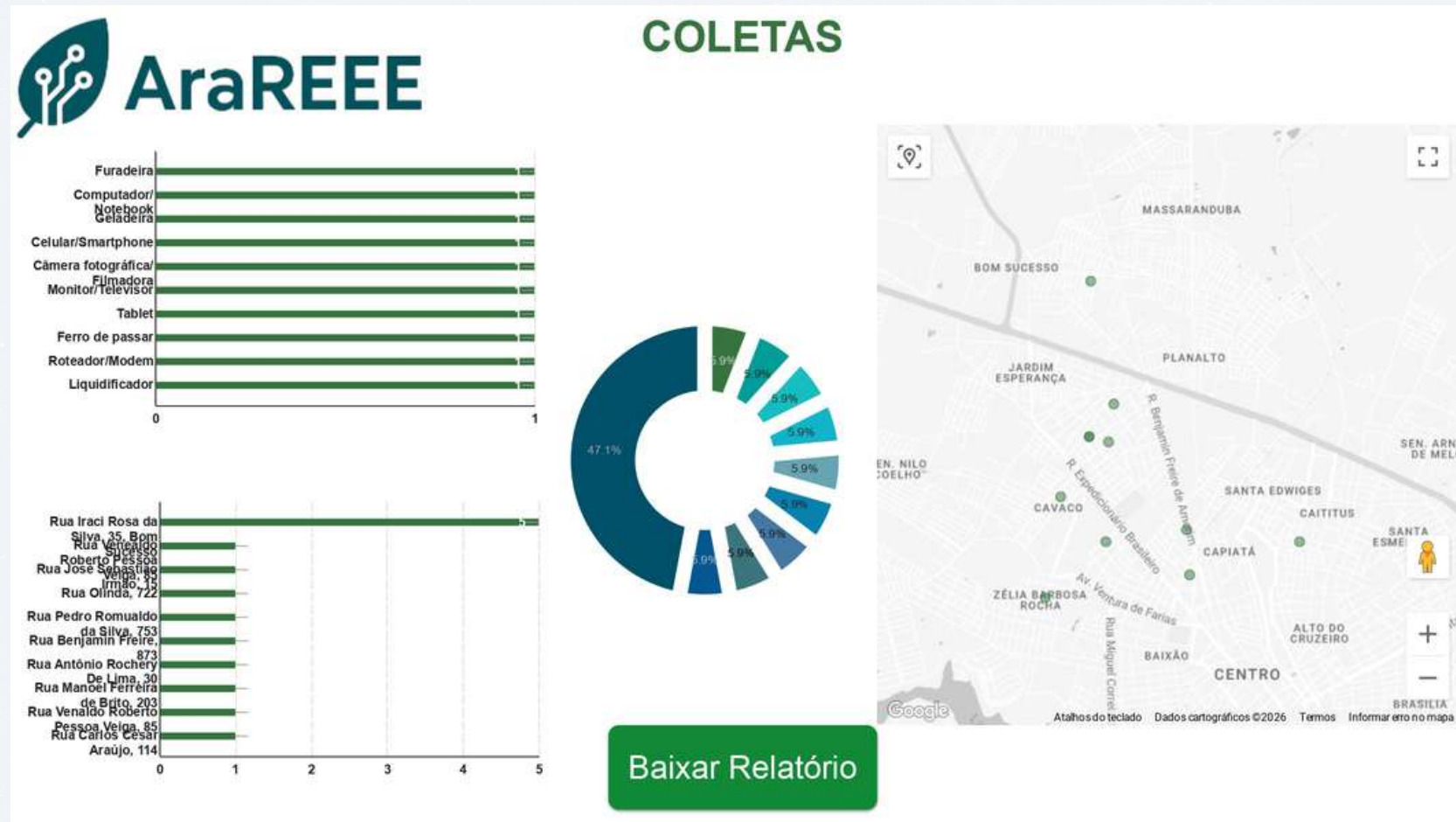
Figura 7 – Layout da Tela Principal.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Manual de Uso e Interfaces

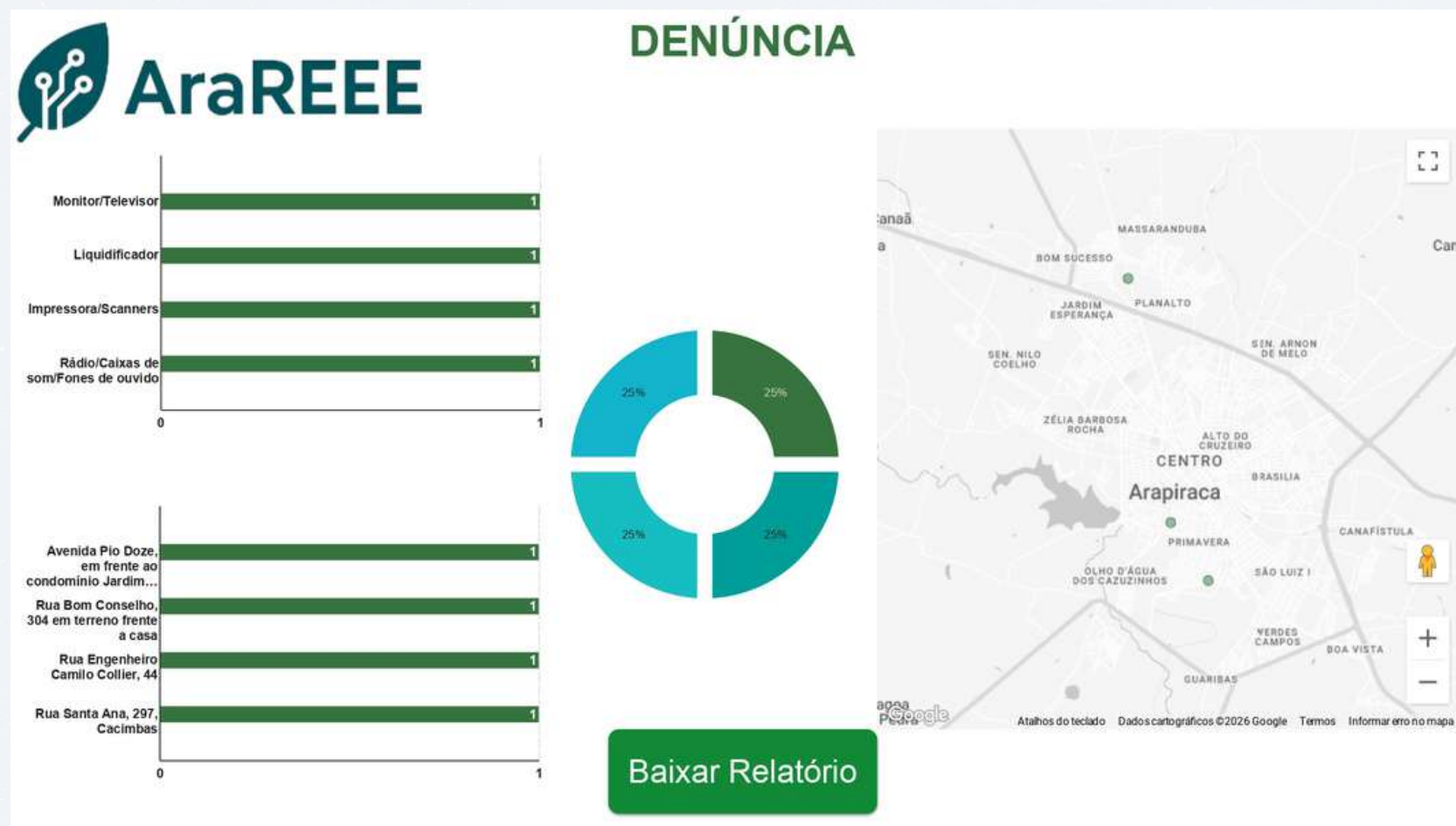
Figura 8 – Layout da Tela de Coleta.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Manual de Uso e Interfaces

Figura 9 – Layout da Tela de Denúncia.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

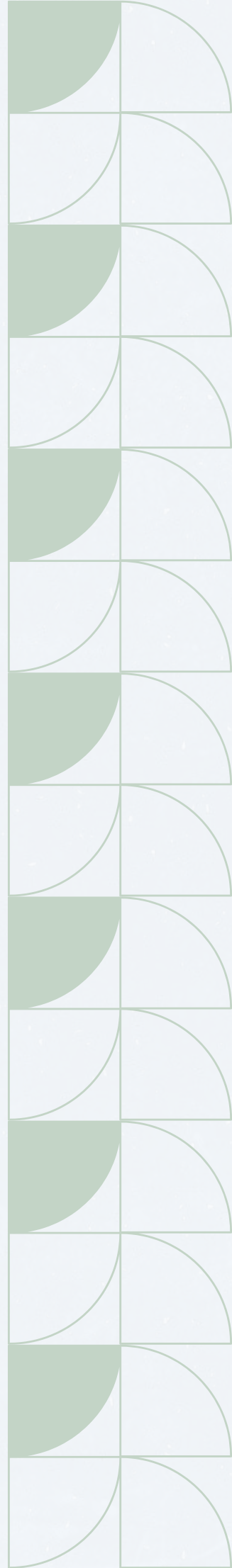
Repositório

Os componentes estruturais do protótipo, bem como os arquivos de projeto gerados no Kodular e as configurações do backend no Firebase, estão disponíveis para consulta e replicação em repositório online. O repositório contém o detalhamento técnico necessário para que a solução possa ser adaptada a outros contextos municipais, acessível em:

<https://github.com/wisnnersilva-bot/projeto-arareee>

Para acessar o relatório detalhado de gerenciamento das informações, utilize o link:

<https://lookerstudio.google.com/s/suP5naIFpsk>



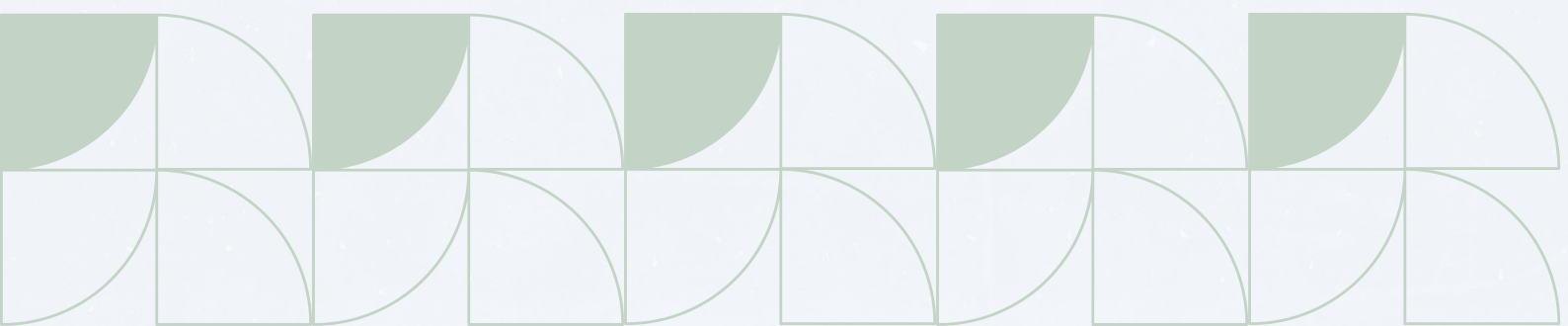
Conclusão

O desenvolvimento do *AraREEE* cumpre o objetivo de fornecer um artefato tecnológico funcional para a gestão de resíduos eletroeletrônicos em Arapiraca. Mais do que um software, o produto atua como um facilitador de política pública, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Benefícios do *AraREEE* para a Gestão Municipal.

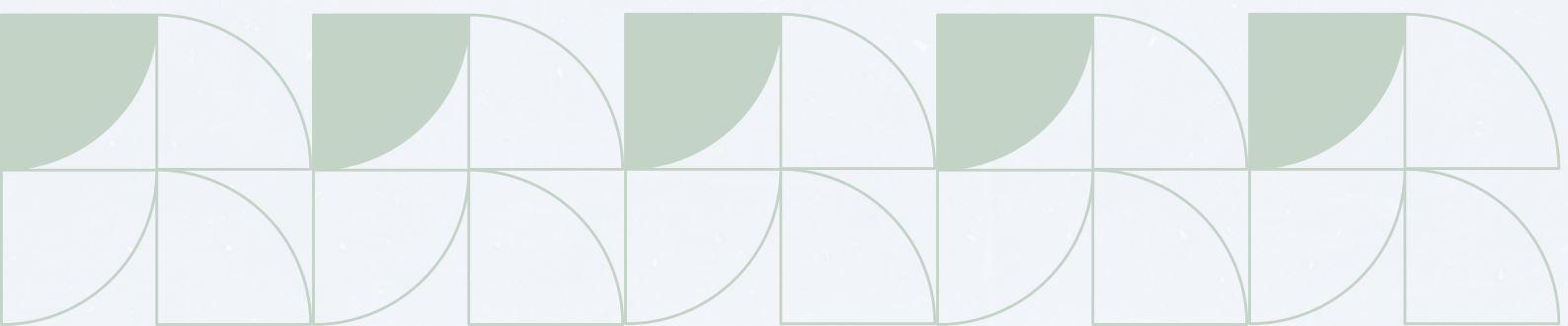
Benefício	Descrição e Impacto
Centralização de Dados	Unifica as solicitações de coleta e denúncias em um banco de dados único (Firebase), eliminando processos manuais e dispersos.
Fiscalização Colaborativa	Transforma cada cidadão em um fiscal ambiental, aumentando a capilaridade da fiscalização municipal sem aumento de custos com pessoal.
Inclusão Digital	A interface simplificada permite que usuários com diferentes níveis de letramento digital acessem serviços ambientais complexos.
Tomada de Decisão	A geração de dados estruturados permite aos gestores (COMDEMA) identificar bairros com maior incidência de descarte irregular.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.



Conclusão

O desenvolvimento do protótipo AraREEE, se mostrou superior aos métodos tradicionais no engajamento e na facilitação do descarte correto de resíduos eletroeletrônicos em Arapiraca-AL. Validado com um SUS de 72,89, o artefato preenche lacunas na literatura sobre logística reversa em cidades de médio porte, oferecendo uma solução tecnológica funcional e replicável. Além disso, o trabalho confirma a eficácia da DSRM como metodologia robusta para integrar rigor científico e relevância prática em projetos de sustentabilidade. O estudo demonstra que tecnologias alinhadas às demandas locais e à participação social fortalecem políticas públicas e transformam a gestão ambiental urbana.



Referências

BROOKE, J. **SUS: a "quick and dirty" usability scale.** In: JORDAN, Patrick W. et al. (Ed.). Usability evaluation in industry. London: Taylor & Francis, 1996. p. 189-194.

FIGMA. **Figma:** ferramenta de design colaborativo de interface. São Francisco: Figma Inc., [20--]. Disponível em: <https://www.figma.com/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

FORTI, V.; BALDÉ, C. P.; KUEHR, R.; BEL, G. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.** United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU), International Solid Waste Association (ISWA), 2020.

GOOGLE. **Firebase:** plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis e web. [S.l.], [20--]. Disponível em: <https://firebase.google.com/>. Acesso em: 30 jul. 2025.

GOOGLE. **Google Cloud:** serviços de computação em nuvem. [S.l.], [20--]. Disponível em: <https://cloud.google.com/>. Acesso em: 30 jul. 2025.

GOOGLE. **Looker Studio:** ferramenta de visualização de dados e business intelligence. [S.l.], [20--]. Disponível em: <https://lookerstudio.google.com/>. Acesso em: 30 jul. 2025.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. **Design Science in Information Systems Research.** MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

KODULAR. **Kodular Creator:** plataforma de desenvolvimento de aplicativos para Android. [S.l.], [20--]. Disponível em: <https://www.kodular.io/>. Acesso em: 06 jul. 2025.

