



# PROPOSTA DE APLICATIVO BASEADO EM GEOTECNOLOGIAS PARA APOIO À LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

DOI 10.37619/issn2447-5378.v7i1.299.82-93

D.S. Oliveira<sup>1,\*</sup>; J.M. Nascimento<sup>1,\*</sup>; E.L. Pagotto<sup>1</sup>

1 Faculdade de Tecnologia de Jacareí - Professor Francisco de Moura  
Av. Faria Lima, 155 – Jardim Santa Maria Jacareí/SP,  
CEP.: 12328-070, Brasil.  
Telefone: (12) 3953-7926

\*[drica.250@gmail.com](mailto:drica.250@gmail.com)

**RESUMO:** A prefeitura de Jacareí vem tomando diversas ações frente ao problema do descarte de itens inservíveis com a criação dos LEVs e suporte para as cooperativas. O objetivo deste projeto foi desenvolver uma solução para facilitar o trabalho dos catadores e dos munícipes no que tange ao descarte, conectando-os por meio de um aplicativo onde os itens possam ser facilmente localizados através de um mapa. Com o aplicativo em mãos, os munícipes que precisarem se desfazer de algum material poderão facilmente localizar as rotas dos LEVs, ou simplesmente indicar que existe um item em sua casa para ser descartado, informar que tipo de material ele é, inclusive poderá incluir uma fotografia, e um catador que estiver próximos a este ponto poderá se deslocar até o local para fazer a coleta, facilitando assim para o munícipe que não precisará sair de sua casa e para o catador que saberá a localização do material descartado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística reversa; Geoprocessamento; Resíduos sólidos; Catadores.

**ABSTRACT:** The Jacareí city hall has been taking several actions due to the problem caused by the disposal of useless items such as the creation of LEVs and the assistance for cooperatives. The aim of this project was to develop a solution to make the work of waste pickers and residents easier in terms of the disposal of useless items, by connecting them through an application which allows items to be easily located on a map. With the application in hand, residents who need to dispose of some material will be able to easily locate the routes of the LEVs, or simply indicate that there is an item in their homes to be disposed of, inform what type of material it is, and they may even include a photo so a waste picker who is close to that point will be able to go to the place to make the collection, thus making it easier for the citizen who will not need to leave his house and for the waste picker who will know the location of the discarded material.

**KEYWORDS:** Reverse Logistics; Geoprocessing; Solid waste; Waste pickers.

## 1. INTRODUÇÃO.

Atualmente um dos grandes desafios das cidades é como gerenciar de forma correta os resíduos sólidos gerados pela população. A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (BESEN et al., 2010).



As questões ambientais da geração de resíduos sólidos constituem um fator a ser enfrentado, considerando que o crescimento populacional e o aumento do grau de urbanização não têm sido acompanhados das medidas necessárias para oferecer um destino adequado ao lixo produzido (COELHO, 2000; SPINELLI & CALE, 2009).

Frente a este problema, a logística reversa tem sido utilizada como base de estudo para geração de soluções e tomada de decisões, reduzindo drasticamente a exploração de recursos naturais e diminuindo os custos dos municípios, tanto na limpeza pública quanto na construção de aterros sanitários.

Entende-se a logística reversa como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes ao retorno dos bens pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócio ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa entre outros (LEITE, 2005). A logística reversa é tratada na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, e em seu art. 30, XVI, define resíduos sólidos como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A lei determinou que até agosto de 2012 todas as prefeituras do país deveriam apresentar um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, colocando-o em operação até 2014. Ainda de acordo com a PNRS, devem-se identificar os principais geradores de resíduos, calcular os custos e criar indicadores para medir o desempenho do serviço público nesse campo. A tarefa das prefeituras ganha uma base mais sólida com princípios e diretrizes, dentro de um conjunto de responsabilidades que tem o potencial de mudar o panorama dos resíduos sólidos no Brasil (NETO, 2011).

O Município de Jacareí lançou seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em 15 de janeiro de 2015 (JACAREÍ, 2015). De forma geral, o Município compromete-se com a seguinte estrutura de gestão: aterro sanitário, localizado na gleba da prefeitura chamada de “Fazenda Itaguassú”, coordenadas geográficas N = 7.422.300 e E = 406.100 e os 9 Locais de Entrega Voluntária (LEVs). A Prefeitura também mantém parcerias com cooperativas de catadores, pontos de coletas de resíduos da construção civil e pontos de coleta de lixos eletrônicos. (JACAREÍ, 2015, p.27 e 70).

Os LEVs são locais fixos de entrega voluntária para onde podem ser levados óleos de cozinha, pilhas, lâmpadas, materiais de construção com até um metro cúbico, móveis em desuso, eletroeletrônicos, eletrodomésticos e sucatas em geral. O Município conta também com caminhão cata-treco que funciona de forma itinerante. O caminhão recolhe basicamente os mesmos produtos dos LEVs, porém se desloca até os bairros da cidade sempre aos sábados de manhã. O serviço não inclui remoção de entulho de construção civil e restos de poda ou capina que devem ser direcionados aos LEVs.

A parceria que a Prefeitura mantém com as cooperativas de catadores é para garantir que os resíduos recicláveis possam ser coletados de forma correta, a fim de que a cooperativa possa fazer o processo de triagem e reaproveitamento dos itens e o descarte dos materiais inertes em locais apropriados.

Parte da linha de triagem antiga que existia próxima ao aterro sanitário foi desmontada e novamente montada na cooperativa, que é a responsável pelo trabalho de triagem e classificação dos resíduos recicláveis. Eles fazem a separação e enfardamento dos materiais, tais como: papel, papelão e plásticos. Já os metais, vidros e outros são dispostos em caçambas e embarcados a granel com



destino à comercialização. Também são coletados aparelhos eletrônicos tais como computadores, vídeos, televisores e outros, sendo todos destinados a cooperativa. (Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2015, p. 69).

Historicamente, os catadores de resíduos sólidos ocupam lugar central na coleta seletiva e na indústria de reciclagem brasileira, antes mesmo da promulgação da PNRS, que os coloca como atores fundamentais nesse processo (SANTOS et al., 2011; TEODOSIO et al., 2016). Afinal, reciclagem em níveis elevados e com inclusão social não é uma característica dos países centrais. Reciclagem que exige inclusão social sempre foi assunto e competência de territórios periféricos (TEODOSIO et al., 2016, p. 32).

Vale destacar também que desde 2002 a atividade de catador foi reconhecida como categoria profissional, registrada na Classificação Brasileira de Ocupação - CBO (BRASIL, 2019), sob nº 5192-05, com o título de “Trabalhadores da coleta e seleção de material reciclável”. Nessa classificação os catadores são responsáveis por coletar material reciclável e reaproveitável, vender material coletado, selecionar material coletado, preparar o material para expedição, realizar manutenção do ambiente e equipamentos de trabalho, divulgar o trabalho de reciclagem, administrar o trabalho e trabalhar com segurança (BRASIL, 2015).

O objetivo geral deste trabalho foi a criação de um Sistema de Informações Geográficas em ambiente web (WebGIS) para auxiliar a prefeitura da cidade e as cooperativas na gestão integrada de resíduos sólidos. Como objetivos específicos, tem-se a possibilidade de o aplicativo conectar tanto os municípios quanto o poder público e as cooperativas por meio do cadastro de pontos de interesse, tais como caçambas e outros resíduos a serem disponibilizados pelos cidadãos à coleta.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

As referências bibliográficas contidas neste documento foram utilizadas para compreender melhor como funciona o processo de logística reversa, especialmente quanto ao descarte e retorno de materiais para o mercado, na forma de reciclagem, transformação do item ou na reforma para reaproveitamento.

O local utilizado para estudo e coletas de dados foi o Município de Jacareí. O ponto de partida para este estudo foi entender melhor a forma de coleta seletiva em Jacareí, por meio de pesquisa junto ao site da prefeitura e Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado o método de *Progressive Web Apps* – PWA, desenvolvida pela Google, que é uma técnica de desenvolvimento que busca trazer para as soluções digitais, acessadas por navegadores em um dispositivo mobile e desktop (GOBACKLOG, 2019), a mesma experiência vivenciada por um usuário em um aplicativo nativo.

Os PWAs possuem algumas características, listadas pelo Google (GOOGLE DEVELOPERS, 2019), que são definitivas na construção de sua metodologia (GOBACKLOG, 2019).

De uma forma resumida ela diz que qualquer usuário pode ter acesso ao conteúdo disponível, independente do navegador que ele esteja usando. Ele tem a capacidade de se adequar a qualquer dispositivo: desktop, celular ou tablet.

Também é otimizado para trabalhar em redes de baixa qualidade, a navegação e interação com o usuário é semelhante à de um App, já que utiliza a mesma estrutura visual e de percepção.

É seguro por conta da criptografia na conexão dos dados, pode ser instalado no celular e para que o usuário tenha acesso, basta um link, sem a necessidade das lojas de aplicativos.

Inicialmente foram criadas as Metatags a seguir que têm a função de iniciar o aplicativo nativo nos dois sistemas, Android e IOS.



```
<meta name="mobile-web-app-capable" content="yes">
```

```
<meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
```

Seguindo com o desenvolvimento, foi gerado um arquivo styles.css, onde todos os formatos, estilos e cores foram compilados.

O programa também foi concebido utilizando dados *Material Design Lite* (MDL) (GOOGLE MDL,2019), para a criação dos Layouts apresentados na tela. No corpo, também foram compiladas todas as funções apresentadas pelo APP, como localização das áreas de descarte entre outros.

Os dados, como os pontos onde estão os LEVs, Cooperativas, Caçambas e os polígonos das áreas que eles atendem, foram plotados em um Basemap Google My Maps (GOOGLE MAPS,2020) e mapeados através da sua localização geográfica no Google Maps, podendo assim gerar rotas até seu destino. Os polígonos gerados na aba Coleta Seletiva foram disponibilizados em formato de camadas onde o usuário poderá alterar os filtros para selecionar as informações pertinente as áreas de atuação de cada dia da semana, trazendo uma melhor experiência para o usuário e maior clareza das informações no mapa.

Para esta primeira versão, não foi associado nenhum banco de dados para criação de cadastro de usuários, visto que esta é apenas uma versão beta que poderá ser aperfeiçoada em uma nova versão com a incorporação do banco de dados para que cada usuário possa fazer seu cadastro, seja o catador que poderá colocar informações como nome, telefone para contato e horário que está na sua fazendo as coletas como para o município que poderá identificar qual coletor está mais próximo a sua residência e através da própria plataforma ter uma interação via chat para solicitar a remoção de algum item. Embora não tenha sido incorporado nenhum banco de dados local, a ferramenta permite que o usuário, plote um ponto no mapa e inclua uma imagem associada a este ponto para ilustrar o item que quer descartar. Esses dados são armazenados e sincronizados automaticamente em nuvem utilizando o Google Drive (GOOGLE,2020).

Todos esses procedimentos foram separados em arquivos HTML e compilados de uma vez no programa principal.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

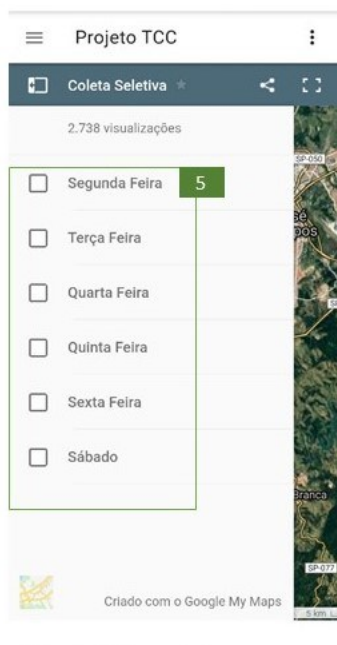
Utilizando o método Progressive Web Apps (PWA) desenvolvida pela Google, foram construídas as telas do APP. O aplicativo foi desenvolvido seguindo uma lista de botões, localizados na lateral esquerda e um do lado superior a direita, mapeados conforme mostram as Figura 1 e 2. Na sequência serão explicadas cada etapa.





- 1 – Acessar APP
- 2 – Acesse menu de funcionalidades
- 3 – Acesso rápido a escala de coleta
- 4 – Acesso sugestões e reclamações

Figura 1. Tela Inicial Aplicativo.



- 5 – Seleccione escala de coleta dos resíduos secos
- 6 – Volta para a tela inicial
- 7 – Acessa galeria de vídeos
- 8 – Materiais para Download
- 9 – Endereço dos LEVs
- 10 – Endereço das cooperativas
- 11 – Localize caçambas de depósitos
- 12 – Informe pontos de descarte
- 13 – Visualize materiais disponíveis

Figura 2. Distribuição dos botões no App.

**Coleta Seletiva:** Seleciona a escala de coleta do caminhão por bairros. Nesta aba são apresentados os bairros em que a coleta seletiva passa, de acordo com o Calendário de serviços da Secretaria do Meio Ambiente do Município de Jacareí. Clicando nos dias da semana tem-se acesso a esses bairros, Figura 3.



Figura 3. Escala da Coleta.

**Vídeo:** Vídeo explicativo sobre as cores das lixeiras da coleta seletiva. Aqui é apresentado um vídeo explicando as cores das lixeiras bem como a forma de descarte desses materiais, também é possível baixar esse vídeo clicando nos 3 pontinhos e na opção “Fazer o download” como mostra a Figura 4.



Figura 4. Aba Vídeo.

**Download:** Área destinada a disponibilização de arquivos em PDF, como o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e o Calendário Mensal de serviços da Secretaria do Meio



Ambiente do Município de Jacareí, com as datas em que a coleta vai passar nos respectivos bairros, Figura 5.



Figura 5. Downloads disponíveis.

**LEVs:** Local de entrega voluntária disponibilizados pela prefeitura de Jacareí para descarte de materiais reciclados. Esse mapa mostra a localização desses locais de descarte, com isso o município consegue visualizar a distância bem como traçar uma rota até o LEV mais próximo de sua casa, Figura 6.

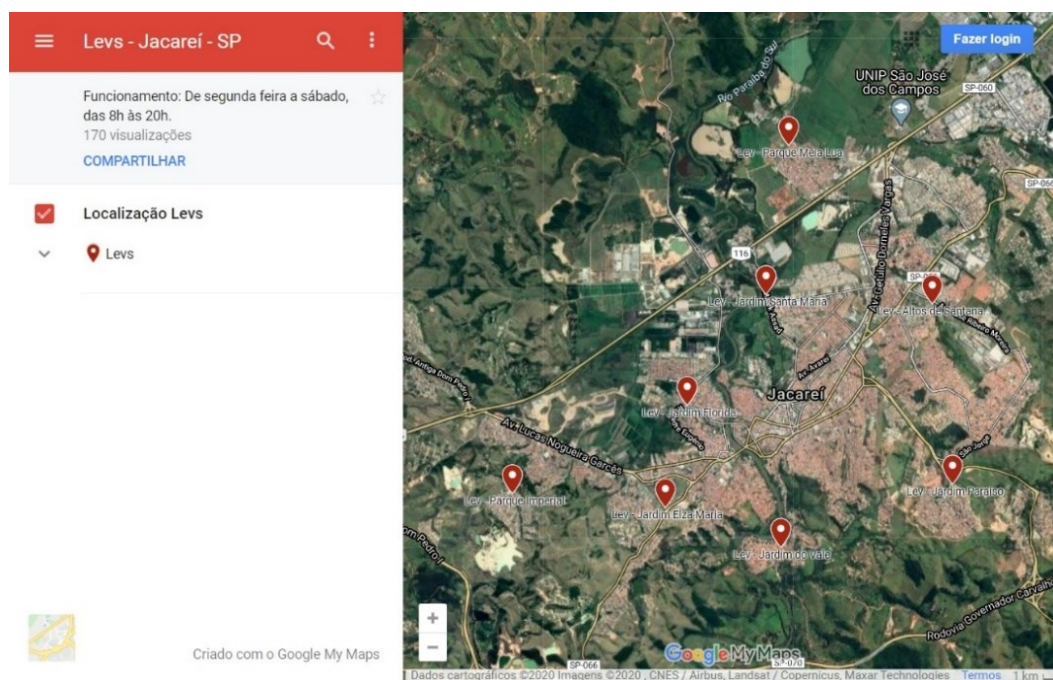


Figura 6. LEVs Localização em Jacareí.

**Cooperativas:** Principais cooperativa disponíveis no Município de Jacareí. Esse mapa mostra a localização dessas cooperativas, com isso o município consegue visualizar a distância bem como traçar uma rota até a cooperativa mais próxima da sua casa, Figura 7.

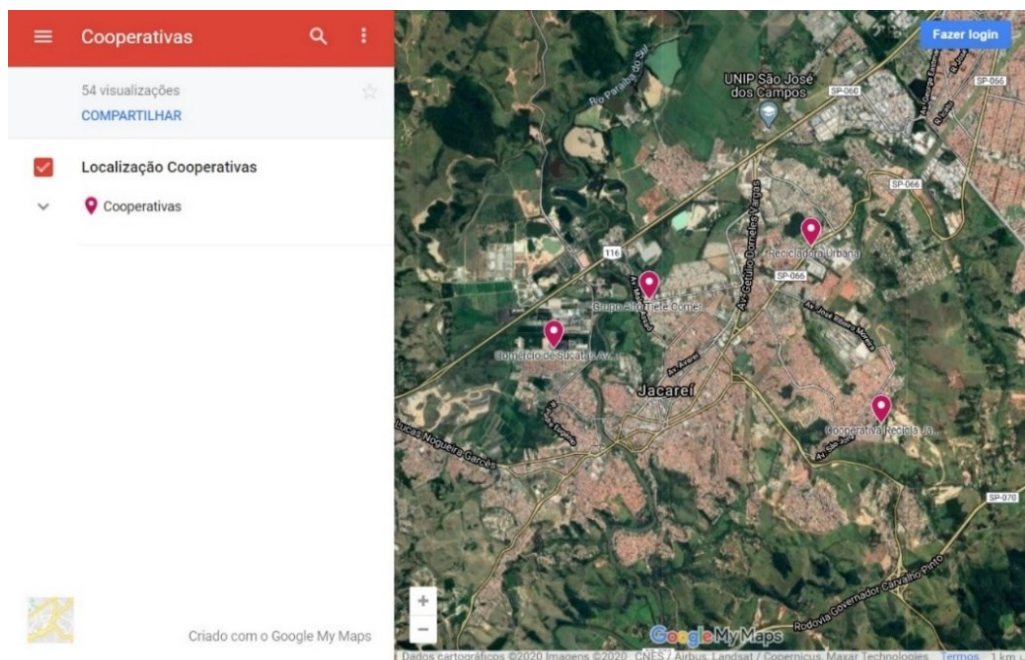


Figura 7. Cooperativas Localização.

**Caçambas:** Empresas fornecedoras de caçambas e coletoras de entulhos no Município de Jacareí, Esse mapa foi criado com o intuito de mostrar a localização dessas Empresas que prestam serviços na área de caçambas e tira entulhos, com isso o município consegue fazer o descarte de materiais de construção por exemplo de forma mais adequada, Figura 8.

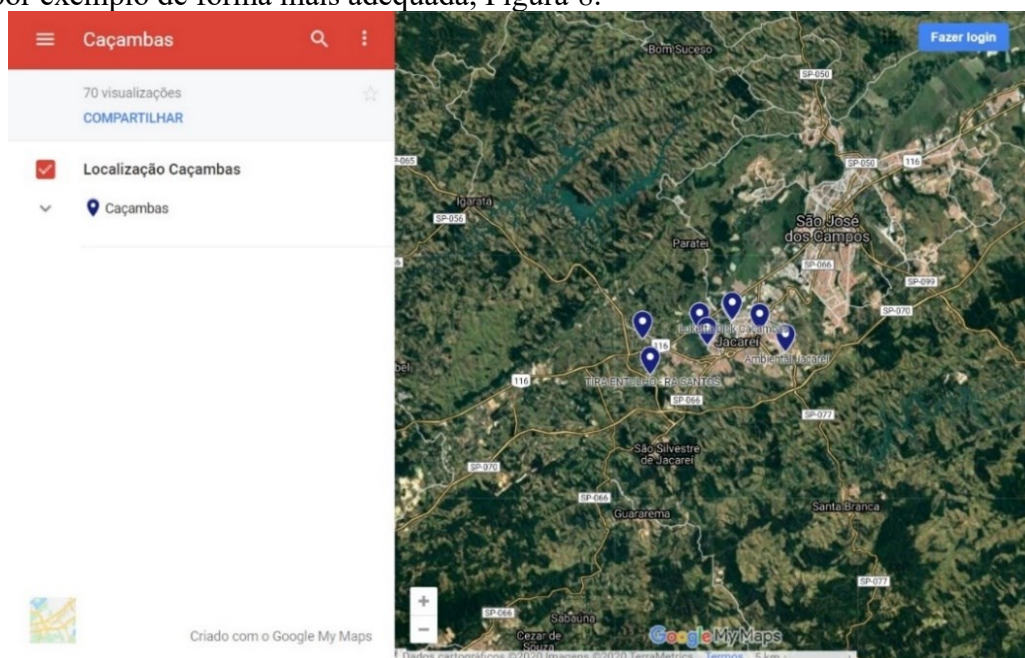


Figura 8. Caçambas Localização.



**Descarte:** Mapa onde o munícipe poderá fazer o descarte de materiais. Aba destinada ao descarte de materiais, para o acesso é preciso uma conta no Gmail. Aqui o usuário consegue localizar o endereço onde será descartado o material, como por exemplo uma televisão, o ponto cadastrado no mapa fica à disposição de todos aqueles que possuem acesso no APP, Figura 9. Mais detalhes de como é feito esse cadastro está disponível na aba Ajuda.

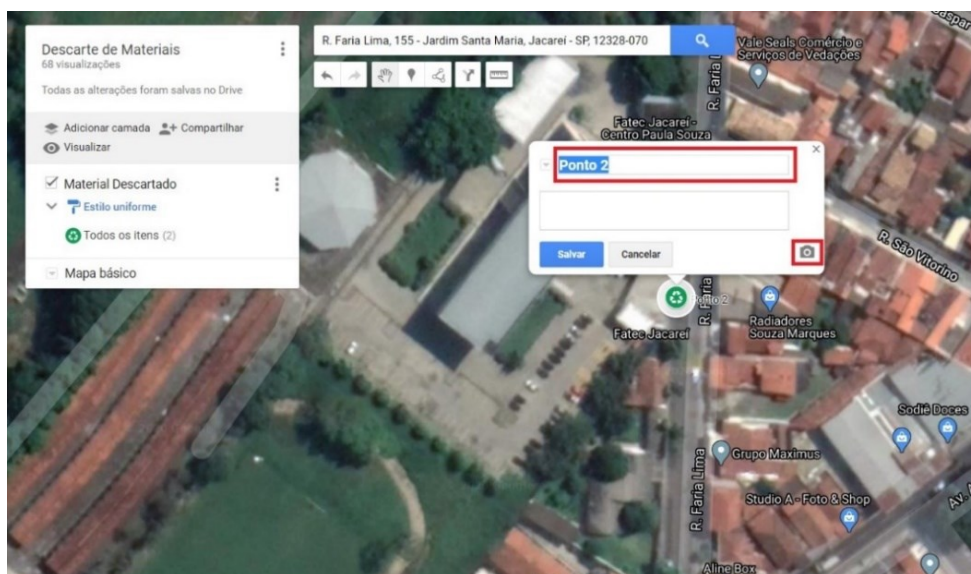


Figura 9. Mapa com áreas de descarte.

**Visualizar Descarte:** Localização dos materiais descartados pela população. Mapa desenvolvido com o intuito de mostrar os materiais descartado no Município de Jacaréi. Aqui o usuário consegue acessar as fotos, caso seja cadastrado, dos itens descartados bem como sua localização geográfica na cidade. Com isso as cooperativas vão ter acesso ao local exato onde se encontra esses itens, gerando economia de tempo e dinheiro para elas, Figura 10.

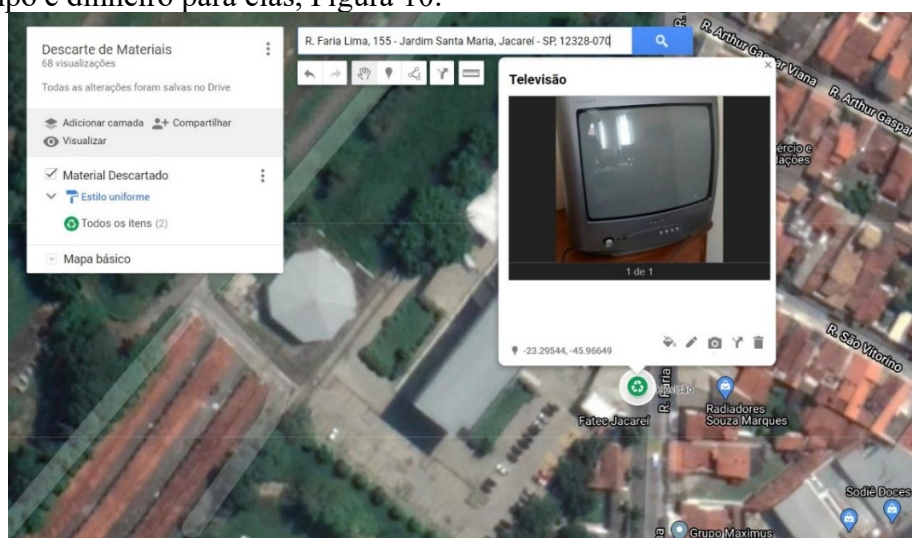


Figura 10. Mapa com os materiais descartados.

**Ajuda:** Tutorial de ajuda. Aqui você encontra um tutorial mostrando como utilizar a aba de descarte de modo fácil seguindo os passos apresentados pelas imagens, Figura 11.



Figura 11. Tutorial de descarte.

**Contato:** Canal disponibilizado para dúvidas e sugestões sobre o APP, o usuário deve fornecer um e-mail ou WhatsApp (Opcional), para que tenha um retorno das suas dúvidas ou sugestões, Figura 12.



Nome

Email

WhatsApp (Opcional)

Deixe uma mensagem

Enviar

Voltar

Figura 12. Contato APP.

Em um teste simulado no município o catador gastaria cerca de mais ou menos 1 hora para percorrer todo o bairro que tem aproximadamente 4,9 quilômetros, utilizando o aplicativo com a localização dos pontos de coleta esse percurso poderia ser feito em menos de 15 minutos, um ganho de 45 minutos no tempo gasto com o deslocamento.

Este ganho de tempo no percurso é extremamente importante para que o catador possa ser mais produtivo, e se deslocar de forma mais inteligente pela cidade, indo diretamente aos pontos onde sabe que existirá algum tipo de item a ser recolhido. Isto lhe trará ganho também em qualidade de vida, onde o mesmo não precisará empurrar seu carrinho de coleta por várias ruas da cidade ou, em casos onde o município informar com fotografias qual item quer descartar, poderá se programar e decidir se tem condições de fazer a coleta, ou até indicar a outros catadores que possuem um carro pra coleta adequado para retirada daquele tipo de material.



#### 4. CONCLUSÃO

A tecnologia evolui a cada dia, aplicativos em celulares são frequentemente utilizados para encontrar soluções para os problemas de cada dia. O desenvolvimento de um aplicativo que possa servir de ferramenta, para tanto os órgãos públicos, quanto para a classe de trabalhadores de catadores, que tem a coleta como sua única fonte de renda e incansavelmente destinam seus dias em busca de itens para reciclagem ou descarte, pode servir para conectar duas pontas da cadeia de produção e reciclagem de resíduos sólidos.

É importante usar o recurso tecnológico para ajudar as pessoas a se desfazerem dos materiais, transformando suas casas em pontos de coletas temporários em um mapa que pode ser aberto facilmente em um aplicativo mobile e seja dinâmico para que os catadores possam chegar nesses pontos e coletar os itens descartados.

O uso da ferramenta aqui proposta pode colaborar para que o material não se perca no caminho entre as residências e os LEVs, que os catadores possam se mover pela cidade orientados a um mapa, que possam se distribuir em áreas próximas a seus pontos de coleta e criar, muitas vezes um vínculo com os munícipes garantindo uma visita continua a um determinado bairro de acordo com a quantidade de lixo de reciclagem é descartado.

Por outro lado, a pessoa que precisa fazer o descarte de algum item, não precisa se preocupar em dismantelar este material para descartar em pontos da prefeitura nem gastar se locomovendo até um dos LEVs.

O aplicativo também pode vir a servir como fonte de armazenamento de dados para que a prefeitura ou as cooperativas possam utilizar para tomada de decisões como a instalação de caçambas de descartes ou aumento da visita do caminhão cata treco para coleta de materiais pesados. Além disso, o aplicativo pode fortalecer as cooperativas de catadores, no sentido de orientar seus cooperados na logística de recolhimento, agregando valor a seus serviços aos cooperados.

Por fim, pode se dizer que a tecnologia atrelada ao “onde” é uma forte ferramenta para se resolver problemas simples, como o do descarte, e uma forma criativa de apoiar a gestão ambiental fazendo com que os produtos considerados sem utilidade pela população possam retornar à cadeia produtiva.

#### 5. REFERÊNCIAS

BESEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA P. et al. **Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles**. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.305 de agosto de 2010. **Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 3 nov. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO "Brasileira de Ocupação - CBO (BRASIL, 2019), sob nº 5192-05" Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/pesquisas/BuscaPorTitulo.jsf>>. Acesso em: 03 nov. 2019.





ISSN 2447-5378

COELHO, H. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2000. 85p

GOOGLE DEVELOPERS. **Web Fundamentals** Disponível em: <<https://developers.google.com/web/fundamentals>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

JACAREÍ. Secretaria de Meio Ambiente. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**, p. 01-149, 2015.

GOBACKLOG. **PWA: O que são Progressive Web Apps e por que usar?** Disponível em: <<https://gobacklog.com/blog/progressive-web-apps/>>. Acesso em: 25 nov. 2019

GOOGLE. **Google Drive** Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-br/drive/about.html>>. Acesso em: 03 jan. 2020.

GOOGLE MAPS. **My MAPS** Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/maps/about/mymaps/>>. Acesso em: 03 jan. 2020.

GOOGLE MDL. **Material Design Lite** Disponível em: <<https://getmdl.io/>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

LEITE, P. R. Paulo Roberto. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

NETO, T. J. P. A Política Nacional de Resíduos Sólidos: **Os Reflexos nas Cooperativas de Catadores e a Logística Reversa**. Revista Diálogo, v. 18, p. 77-96, 2011.

SANTOS, M. C. L. et al. *Frames* de ação coletiva: uma análise da organização do Movimento Nacional de Catadores de Recicláveis no Brasil - MNCR. In: SCHERER-WARREN, I.; LUCHMANN, L. H. H. (orgs.). **Movimentos Sociais e participação: abordagens e experiências no Brasil e na América Latina**. 1. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2011, v. único, p. 59-96.

SPINELLI, M.G.N., CALE, L.R. **Avaliação de resíduos sólidos em uma Unidade de Alimentação e Nutrição**. Revista Simbiologias, v.2, n.1, maio, 2009.

TEODÓSIO, A. S. S., GONÇALVES-DIAS, S. L. F., SANTOS, M. C. L. Procrastinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. **Ciência e Cultura**, v. 68, p. 30-33, 2016.