

# Recycle: Um aplicativo para apoio à coleta seletiva de recicláveis

Átila Rafael Fernandes, João Pedro Ribeiro Viana , José Santos Queiroz,  
Alisson Marques Silva, Thiago Magela Rodrigues Dias

<sup>1</sup>Departamento de Informática, Gestão e Design  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

{atilafernadesdivinopolis, joaopedroviana51, jssantosqueiroz}@gmail.com

{alisson, thiago}@div.cefetmg.br

**Abstract.** *Maximize the amount of solid residues that are recycled is very important for the environment. With the populational growth this need is becoming more expressive, as the trash production also expands with the population. The generator class that is more negligenciated is the residential, that has access to selective picking services restrict to an minority and little contact with residue collectors, that are of extreme importance for the realization of recycling. By this scenario, this work realizes an applicative with the intuits of optimizing the process of recycling. The application, called Recycle, works by solicitations of collects made by the population and attended by logged collectors, making more material available for recycling.*

**Resumo.** *Maximizar a quantidade de resíduos que são reciclados é muito importante para o meio ambiente. Com o crescimento populacional essa necessidade se torna cada vez mais expressiva, já que a produção de lixo também se expande com a população. A classe geradora de lixo mais negligenciada é a residencial, que tem acesso a serviços de coleta seletiva restrita a uma minoria e pouco contato com catadores de resíduos, que se mostram de extrema importância para a realização da reciclagem. A partir desse cenário, esse trabalho realiza uma aplicação com o intuito de otimizar o processo de reciclagem. A aplicação, chamada Recycle, funciona a partir de solicitações de coleta feitas pela população e atendidas por catadores cadastrados, disponibilizando mais materiais para reciclagem.*

## 1. Introdução

Desde a revolução industrial, a população de humanos vem crescendo exorbitantemente ao redor do globo. De acordo com informações do site Worldometer [Worldometer 2018], em outubro de 2018 a população atingiu 7,7 bilhões de pessoas, tendo dobrado apenas nos últimos 50 anos, enquanto projeções indicam que o recorde de 10 bilhões pode ser atingido já por volta de 2056. No Brasil, atualmente esse numero é de 200 milhões de pessoas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE 2018], e é esperado que cresça 15% nos próximos 25 anos.

Esse crescimento trouxe e agravou diversos problemas em âmbitos sociais, econômicos e ambientais. Um destes problemas é a alta produção de resíduos sólidos urbanos que são descartados. Informações publicadas pelo Senado [Senado Federal 2018]

revelam que em média, cada pessoa produz 1,2 quilos de sólidos urbanos por dia, número que varia de acordo com a nacionalidade e qualidade de vida de cada indivíduo. Essa produção soma por ano 1,4 bilhão de toneladas anuais, e projeta-se que chegue a 4 bilhões já na metade deste século. Ainda nessa pesquisa, é informado que 800 milhões de toneladas desse descarte é colocado em aterros, o que é extremamente prejudicial ao meio ambiente. Entre as principais consequências se encontram a utilização de solo útil, poluição e intoxicação do solo e de corpos de água locais, emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, e a transmissão de doenças tanto para humanos quanto para animais.

Visando solucionar tais problemas, diversas formas de se diminuir a quantidade de resíduos descartados no ambiente foram criadas, como por exemplo a redução, que age nos estágios de produção e consumo de produtos, e a reutilização, presente depois do consumo para impedir que determinado material seja descartado. Outra importante forma de se resolver o descarte exacerbado de lixo no ambiente é a reciclagem, que é o ato de transformar os produtos inutilizados, através de processos físicos e químicos, para que possam exercer uma segunda funcionalidade, sendo essa relacionada ou não com a primeira.

Apesar da difusão da importância da reciclagem por organizações internacionais, como por exemplo a UNEP [UNEP 2018], a aplicação dessa solução não está acompanhando o descarte de matéria reciclável. Segundo [Compromisso Empresarial para Reciclagem 2015], 31,9% dos resíduos urbanos descartados são passíveis de reciclagem, mas apenas 3% passam pela transformação de acordo com o Jornal O Tempo [Pizarro 2017]. Ainda segundo essa reportagem, tal desperdício de material representa uma perda anual de aproximadamente 120 bilhões de reais para a economia nacional. Logo, se torna urgente que esse quadro seja otimizado para que mais resíduos descartados sejam reciclados.

Para entender porque o proveito de materiais recicláveis é tão pequeno, deve-se observar o processo de coleta seletiva de tais produtos. Para Ribeiro [Ribeiro and Lima 2000], a coleta de resíduos industriais é uma prática comum, realizada pelas próprias corporações, já que a venda de rejeitos para reaproveitamento é lucrativa. Já os resíduos provenientes de meios comerciais e residenciais expressam uma maior coleta por parte de catadores de lixo, organizados ou não em ações cooperativas. O mesmo autor também informa que os resíduos oriundos de residências têm grande potencial comercial, tomando como base sua composição básica de metais, plásticos, papéis e vidros. Apesar da importância da coleta seletiva e do incentivo legislativo dado ao ato, como por exemplo a expressão da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 [BRASIL 2010], que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, apenas 15% da população em geral tem acesso a programas municipais que realizam esse tipo de serviço, e além disso, 82% dos municípios brasileiros se encontram sem programas operantes de coleta seletiva [Compromisso Empresarial para Reciclagem 2016]. Além disso, de acordo com [Ribeiro and Lima 2000], os catadores sofrem de marginalização e preconceito por parte da população, impedindo a integração social entre eles e os cidadãos.

Visto que o grande problema na coleta seletiva residencial é causado por essa falha de integração, foi proposta pela ONG Lixo e Cidadania, a criação de uma aplicação móvel, que irá auxiliar na localização de matéria coletável, feita através da integração da população no processo de coleta. O sistema nomeado Recycle, tem como proposta

possibilitar que moradores que possuam em suas casas materiais recicláveis, informem essa situação a catadores registrados, que poderão então ir para o recolhimento desse produto. Assim otimizando tanto a quantidade de resíduos coletados, quando o descarte de dejetos feito pela população.

### **1.1. Objetivo**

O objetivo deste trabalho é desenvolver um software que auxilie os catadores de resíduos sólidos no processo de coleta seletiva de material reciclável.

### **1.2. Objetivos Específicos**

1. Compreender os termos e necessidades da coleta de recicláveis.
2. Fazer uma revisão de literatura sobre aplicativos correlatos para buscar possíveis soluções.
3. Modelar o aplicativo proposto.
4. Implementar o software proposto de acordo com a modelagem.
5. Testar o funcionamento do software desenvolvido e corrigir os erros encontrados.
6. Implantar o software.

## **2. Revisão de Literatura**

Foi realizada uma revisão de literatura para identificar e contextualizar ferramentas já existentes que poderiam auxiliar no desenvolvimento do sistema deste trabalho. Foram encontradas funcionalidades relacionadas ao funcionamento do aplicativo Recicle que foram utilizadas na implementação nos sistemas a seguir

A multinacional Uber é uma empresa de serviços de transporte por solicitação para pessoas, alimentos [Uber Technologies Inc. 2018b] e serviços de frete. A aplicação da Uber utiliza a localização do usuário para encontrar um motorista [Uber Technologies Inc. 2018a]. O aplicativo também apresenta a função de avaliação de usuários, em que as avaliações são feitas pelos próprios usuários. Apesar de não ser voltado para reciclagem, a esquematização dos sistemas de solicitação e avaliação foram utilizadas.

Já com foco na reciclagem, o aplicativo Cataki, do projeto Pimp My Carroça, foi selecionado por oferecer aos usuários a localização de catadores cadastrados em tempo real. Isso é feito através do posicionamento dos smartphones dos coletores. A partir daí se pode acessar dados básicos de contato e tipos de lixo que o catador selecionado se responsabiliza, para que por meios externos de comunicação seja possível a negociação da coleta e possíveis pagamentos [Pimp my Carroça 2018]. O projeto foi aclamado internacionalmente e recebeu o prêmio parisiense de inovação Netexplo em 2018 [Netexplo 2018]. Esse sistema contextualiza a função de localização de catadores, e as classificações de tipos de lixo com o qual cada coletor trabalha, o que foi implementado no sistema.

Outro aplicativo voltado para a reciclagem é o desenvolvido pela prefeitura de Juiz de Fora, o Descarte.me. Nele são disponibilizados rotas e horários dos serviços de coleta seletiva móvel pela cidade [Prefeitura de Juiz de Fora 2018]. Isso é feito através de um mapa exibindo a grade pavimentar do município, com traços interativos indicando a passagem dos caminhões, e estimando quando estarão em cada ponto.

Também focado em coleta de material reciclável, denota-se o Rota da Reciclagem, feito pela empresa Tetra Pak, que foi levantado pela Google como movimento de sustentabilidade [Google Play 2018]. Nele se pode encontrar em um mapa ou a partir de um endereço diversos pontos onde se pode depositar recicláveis ao redor do território nacional.

Esses dois últimos aplicativos serviram de idealização para o planejamento do projeto a partir de tipos de lixo, e reforçam a necessidade de um sistema que realize uma comunicação entre agentes que coletam os resíduos e os geradores, algo que nenhum desses aplicativos realiza.

## 2.1. Comparação entre tecnologias

Comparando as tecnologias relacionadas ao trabalho desenvolvido com o mesmo, pode-se ver que o único sistema que não tem como objetivo aumentar a quantidade de lixo que passa pela reciclagem é o Uber, porém dentre as tecnologias pesquisadas apenas ele tem como funcionalidade principal um sistema de solicitações.

A Tabela 1 ressalta diferenças e semelhanças entre os sistemas pesquisados e o Recycle. Nela pode-se verificar que o Descarte.me, por ser de iniciativa pública municipal da prefeitura de Juiz de Fora, não pode ser expandido para além da municipalidade, enquanto Uber, Rota da Reciclagem e Cataki já se encontram ativos na extensão do país.

A tabela também ressalta o foco em comum entre o sistema Recycle e o Cataki, já que ambos mostram aos usuários informações sobre catadores de recicláveis. Isso se destaca ao comparar os dois sistemas com as aplicações Descarte.me e Rota da Reciclagem, que disponibilizam informações não sobre catadores, mas sim sobre os locais e horários onde materiais recicláveis podem ser depositados para a coleta seletiva.

	Cataki	Descarte.me	Rota da Reciclagem	Recycle
Software tem como objetivo facilitar o processo de reciclagem	✓	✓	✓	✓
Baseado em sistema de solicitação	X	X	X	✓
Expansível para todo território nacional	✓	X	✓	✓
Disponibiliza informação sobre catadores de material reciclável	✓	X	X	✓
Disponibiliza Informação sobre pontos e horários de coleta de material reciclável	X	✓	✓	X

Tabela 1. Tabela de comparação com as tecnologias pesquisadas

## 3. Metodologia

Após a busca de trabalhos correlatos úteis a implementação do software, iniciou-se o levantamento de requisitos. Por se tratar de uma ferramenta demandada por um cliente externo que não possuía requisitos bem detalhados, utilizou-se a prototipação para fazer esse

levantamento, visando entender melhor as necessidades por meio do desenvolvimento de protótipos e *feedback* do cliente. Durante essa etapa, foi necessário a implementação de dois módulos: um aplicativo para Android e um aplicativo Web. O sistema operacional(SO) Android foi escolhido entre os SOs para dispositivos móveis pois, segundo [Statcounter Global Stats 2018], é o sistema operacional mais usado no mundo. O módulo que funciona no sistema para smartphones foi necessário tendo em vista a necessidade de utilização de alguns recursos dos dispositivos móveis, tais como o serviço de notificações personalizadas feitas diretamente nos dispositivos móveis dos usuários e a possibilidade de implementação de um sistema de geolocalização. Já o site foi pensado para as funções administrativas do sistema, tais como manutenção de usuários e análise de relatórios, que dispensam o uso de recursos providos pelo sistema Android.

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado o kit de suporte ao desenvolvimento padrão do Android. Essa ferramenta usa da linguagem de programação Java para controlar funções de sistema e dinamizar interfaces escritas em XML<sup>1</sup>. O framework nativo desse sistema operacional segue o padrão de design material recomendado pela Google. Para fazer notificações push, o serviço de mensagens do Firebase e o serviço de funções em nuvem que executa funções do lado do servidor através da linguagem Javascript<sup>2</sup>. Com essas duas ferramentas as solicitações são processadas e transmitidas instantaneamente.

Já para a implementação do módulo web, o sistema conta com páginas responsivas implementadas com a linguagem de marcação HTML5<sup>3</sup>, estilizadas com folhas de estilo em cascata CSS<sup>4</sup>. Também foi utilizada a biblioteca Materialize, que facilita a criação de designs responsivos. A linguagem de programação Javascript é utilizado na implementação das interfaces web como ferramenta de dinamização, melhorando a interação do usuário com a página. As funções de login e interações com o banco de dados também são implementadas utilizando essa linguagem. A escolha dessas ferramentas foi motivada pela facilidade de desenvolvimento e também pelo suporte amplo que instituições como a W3C<sup>5</sup> oferecem.

Quanto a modelagem do sistema, foi feito primeiramente o desenvolvimento de um diagrama de casos de uso, com o objetivo de descrever as funcionalidade e levantar os requisitos funcionais do sistema. Em relação à modelagem do banco de dados (BD), foi utilizado o diagrama de entidade e relacionamento (DER). O DER foi empregado para modelar o BD a partir dos relacionamentos entre as entidades, que representam os atores do diagrama de caso de uso e outras entidades, que não realizam funções ativas no sistema. Além disso, tendo em vista a complexidade do processo de coleta, foi modelado um

---

<sup>1</sup>Ferramenta para transporte e armazenamento de dados. Documentação disponível em <https://www.w3.org/XML/>.

<sup>2</sup>Lingugem de programação utilizada para desenvolvimento de interfaces e funções de servidor. Documentação disponível em <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>.

<sup>3</sup>Linguagem para o desenvolvimento de websites. Documentação disponível em <https://www.w3.org/html/>.

<sup>4</sup>Linguagem utilizada para desenvolvimento de estilo para páginas web. Documentação disponível em <https://devdocs.io/css/>.

<sup>5</sup>Principal organização de padronização do desenvolvimento web. Site oficial disponível em <https://www.w3.org/>.

diagrama de atividades para ilustrar o processo, com o intuito de melhorar a visualização e conceitualização dessa parte em peculiar do sistema. Com esse diagrama, pode-se desenvolver, analisar e implementar a parte do sistema referente ao processo de coleta com mais facilidade.

Para o desenvolvimento de funções de servidor, tais como login e armazenamento de dados, optou-se pelo uso da plataforma Firebase. O uso dessa ferramenta tornou o login e o cadastro de clientes no sistema mais simples de implementar e mais seguro para os usuários. A plataforma também disponibiliza uma ferramenta de hospedagem de sites gratuita e com garantia de segurança. Tal funcionalidade da plataforma foi utilizada para publicar o módulo web trabalho desenvolvido. Além disso, essa plataforma possui um BD *NoSQL* multiplataforma, que tem a melhor compatibilidade com aplicações Android frente a outras tecnologias de armazenamento de dados. Esse BD também possui suporte para ser utilizado no módulo web do sistema. Por essas razões, o BD da plataforma Firebase foi escolhido como tecnologia de armazenamento de dados do sistema, o que facilitou a integração dos dois módulos do sistema, que operam em plataformas diferentes e compartilham informações dos usuários.

O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) utilizado para desenvolver o módulo web foi o PHPStorm. Esse metaprograma foi escolhido pois com ele é possível desenvolver sistemas utilizando as linguagens HTML5, CSS3 e Javascript. Já para o aplicativo móvel a IDE escolhida foi o Android Studio, que é o ambiente de desenvolvimento oficial do Android e apresenta recursos avançados para codificação, compilação e execução de aplicativos. Quanto ao desenvolvimento dos diagramas, foi utilizada a ferramenta LucidChart, que é uma ferramenta web gratuita e que oferece suporte para diversos tipos de diagramas.

#### 4. Desenvolvimento

A modelagem do sistema começa com um dos diagramas UML, o diagrama de caso de uso mostrado na Figura 1. Esse artefato foi feito com base em quatro tipos de usuários representados pelos atores Doador, Catador, ONG e Administrador. Dentre esses, os dois primeiros desempenham a função principal do sistema, interagindo entre si através da interface do aplicativo e também durante o processo de coleta onde catador visita o endereço solicitado pelo doador. Para aumentar a segurança dos usuários do sistema, os outros dois usuários foram designados para executar funções administrativas, fazendo a gerência dos usuários do sistema. Essa gerência objetiva prevenir o mau uso do sistema por usuários mau intencionados. Além disso, para utilizar as funções do sistema, todos os usuários devem estar logados. Os possíveis tipos de cadastro são:

- **Administrador:** Detém a função principal de cadastrar ONGs. Esse usuário é único no sistema e seu cadastro é feito junto da implementação, sem a possibilidade da inserção de novos administradores. Além disso, o Administrador é responsável por fazer o cadastro e a deleção, se necessário, dos tipos de lixo que podem ser coletados e doados no sistema. O ator ONG tem a função de fazer o cadastro e gerência dos catadores. Junto com isso o administrador possui acesso relatórios onde são dispostos dados relativos ao sistema como um todo, como registro de novos usuários. Essas funções são acessadas por meio da interface para plataformas Web que o sistema possui.

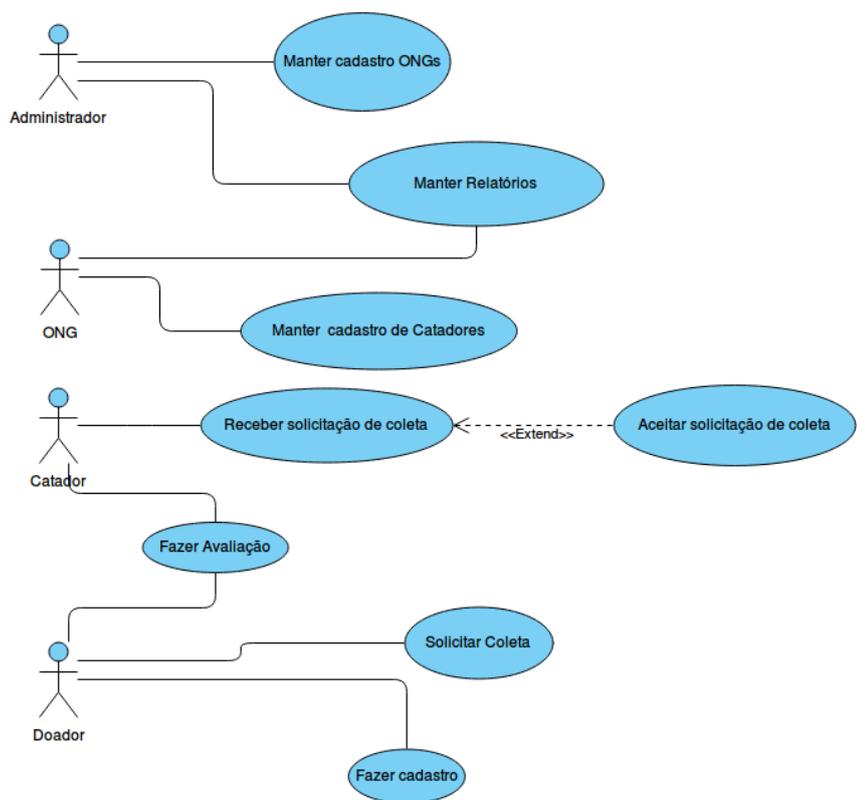


Figura 1. Diagrama de caso de uso do sistema Recycle

- **ONGs:** Responsáveis pelos catadores associados, elas fazem um cadastro prévio de catadores. Dessa forma o sistema e o administrador se abstém de qualquer responsabilidade sobre os catadores cadastrados. Além disso o sistema fornece relatórios feitos a partir de dados relativos a própria ONG. Nessa funcionalidade dados como avaliação de catadores associados e ranqueamento dos mesmos são dispostos por tabelas e gráficos. Por meios desses dados espera-se que a administração dos catadores ficará mais simples. As ONGs executam todas essas funções no site.
- **Catadores:** Esses atores interagem fisicamente com os doadores. Por isso, é necessário garantir a segurança dos usuários. Para isso, os catadores são cadastrados e gerenciados pelas ONGs, visando garantir maior controle desse tipo de usuário. Além disso os doadores possuem um cadastro detalhado para que os doadores identifiquem de forma segura cada catador. A principal função dos coletores é a realizar as solicitações de coleta recebidas no sistema, fazendo a retirada dos materiais recicláveis nos endereços especificados pelos doadores. Além disso, ao fim da coleta, os catadores podem avaliar os doadores no aplicativo.
- **Doadores:** Esses atores fazem as solicitações de coleta, executando a principal funcionalidade do sistema. Como os doadores recebem as coletas, há necessidade de haver um controle tão grande como o que é feito sobre os catadores, que realizam as coletas. Além disso, esses usuários possuem o maior número de cadastros sistema. Por tais razões, os doadores fazem o próprio cadastro inserindo dados úteis para sua identificação. Além da função de solicitar coletas, esses atores podem fazer a avaliação dos catadores após o fim do processo de coleta.

Para fazer a modelagem do banco de dados, foi utilizado o diagrama de entidade-relacionamento. O artefato da Figura 2 foi feito baseado no diagrama de caso de uso já implementado. Aqui, os atores Administrador, ONG e Catador presentes no diagrama de caso de uso se tornaram entidades especializadas da entidade Usuário. Já o ator Doador é representado pela entidade genérica Usuário. As relações entre Administrador, ONGs e catadores, presentes no cadastro de usuários, são implementados no banco de dados por meio da exportação de chaves identificadoras dos registros. Os endereços são representados pela entidade Endereço, que se relaciona com Usuário. O pertencimento de endereços por usuários fica armazenado à parte. A entidade Lixo corresponde aos tipos de lixo que podem ser solicitados no sistema. A relação que expressa os tipo de lixo que podem ser coletados por catadores fica também armazenada à parte. As ocorrências de coleta são armazenadas na entidade Coleta, que interage com as entidades Catador, Usuário, Lixo e Endereço. Quanto à implementação do banco de dados, no Firebase, as tradicionais tabelas são substituídas por objetos JSON. Contudo, as regras de conversão de tabela foram utilizadas. A exportação de chaves estrangeiras ocorre nos objetos nos relacionamentos 0:n e 1:n ou na geração de novos objetos para armazenamento dessas chaves nos relacionamento n:n. Segundo a documentação oficial do Firebase [Google Firebase 2018], a estrutura de dados deve ser o mais simples possível e evitar aninhamentos. Por essa razão, nos relacionamentos de especialização, optou-se pela conversão das entidades em objetos separados.

Partindo para a implementação do sistema Web, a navegação nesse módulo do sistema parte de uma página inicial, onde são expostas notícias e atualizações sobre o sistema, tais como através de notas de versão e comunicados. Além disso essa página

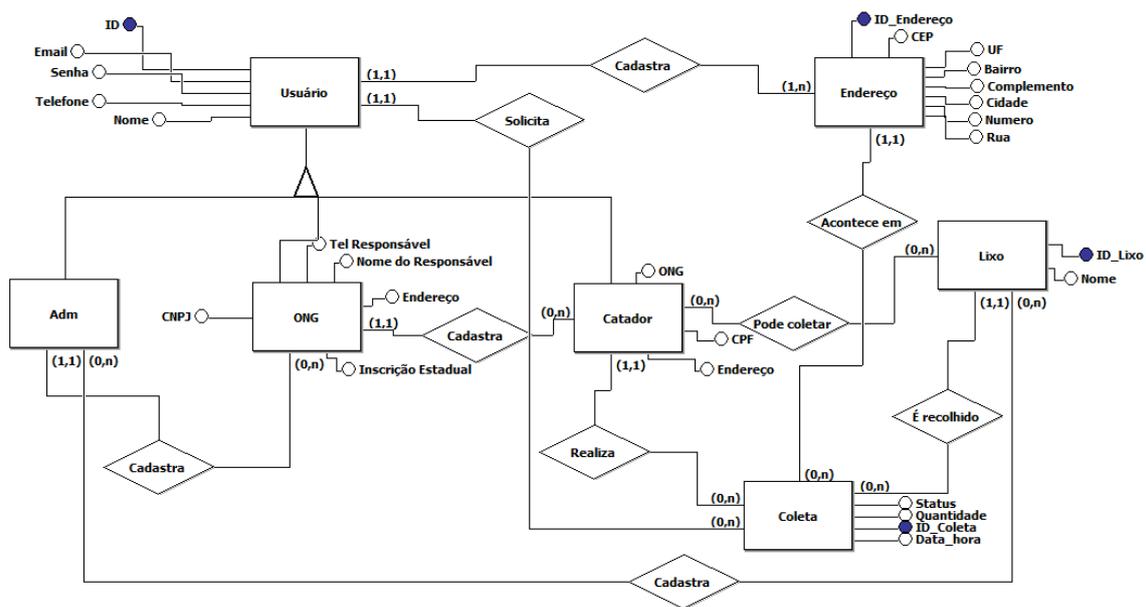


Figura 2. Diagrama de entidade-relacionamento do sistema Recycle

apresenta uma breve descrição do sistema para possíveis novos clientes. Por isso página não necessita de login para ser utilizada, ao contrário de todas as outras partes do sistema, que só podem ser acessadas por usuários cadastrados. Além disso usuários cadastrados tem disponível uma página para controle de dados pessoais usados e armazenados pelo sistema, com essa funcionalidade o usuário tem acesso a termos de uso e de privacidade.

O cadastro de novas ONGs no sistema é feito por meio de um formulário no site. Esse formulário registra e-mail, nome e telefone da nova ONG. Após o preenchimento dos dados do formulário o sistema notifica o novo usuário através de um e-mail com uma senha temporária para o primeiro acesso ao sistema. No primeiro logon de uma nova ONG o sistema solicita uma nova senha e o preenchimento de dados necessários para a identificação da entidade.

As ONGs também fazem o cadastro de catadores por meio da página Web, preenchendo um formulário que pede e-mail e nome do catador. Dessa forma o catador é notificado por e-mail com uma senha temporária, para validar o e-mail. Acessando o sistema pela primeira vez o sistema solicita que o usuário acesse o site para criar uma nova senha e também preencher campos de dados pessoais e que são necessários para a identificação do coletor por meio de perfis, a saber: telefone e tipos de lixo que pode coletar. Assim que a primeira senha é configurada a ONG responsável pelo catador é notificada para uma possível checagem e correção dos dados.

Os doadores, que deverão ser a maioria dos usuários do sistema, realizam auto cadastro por meio do aplicativo para dispositivos móveis. Após a confirmação do e-mail do cliente o aplicativo pede o cadastro de, no mínimo, um endereço. O cliente pode adicionar novos locais sempre que necessário, tendo a possibilidade de adição de endereços, como locais de trabalho e outras residências. Esses endereços tem sua manutenção feita por usuários por meio de uma interface implementada no aplicativo para o sistema operacional Android.

Na tela inicial do aplicativo móvel, há uma área para login de doadores e catadores, além do registro de novos doadores. Na tela após login, aos doadores do aplicativo móvel é oferecida a opção de solicitar coleta. Ao fazer uma solicitação, o usuário deve escolher o tipo de reciclável a ser coletado, horário para a coleta e endereço onde deve ser realizada. Após a solicitação ser feita, é criada uma coleta no banco de dados. Dentro deste registro, há um campo chamado *status*, que é responsável pelo controle do estado da coleta. Após a inserção no banco, a coleta é iniciada. O processo é descrito pelo diagrama de atividades, na Figura 3. Após a coleta ser iniciada, o valor de *status* é "Pendente". Isso

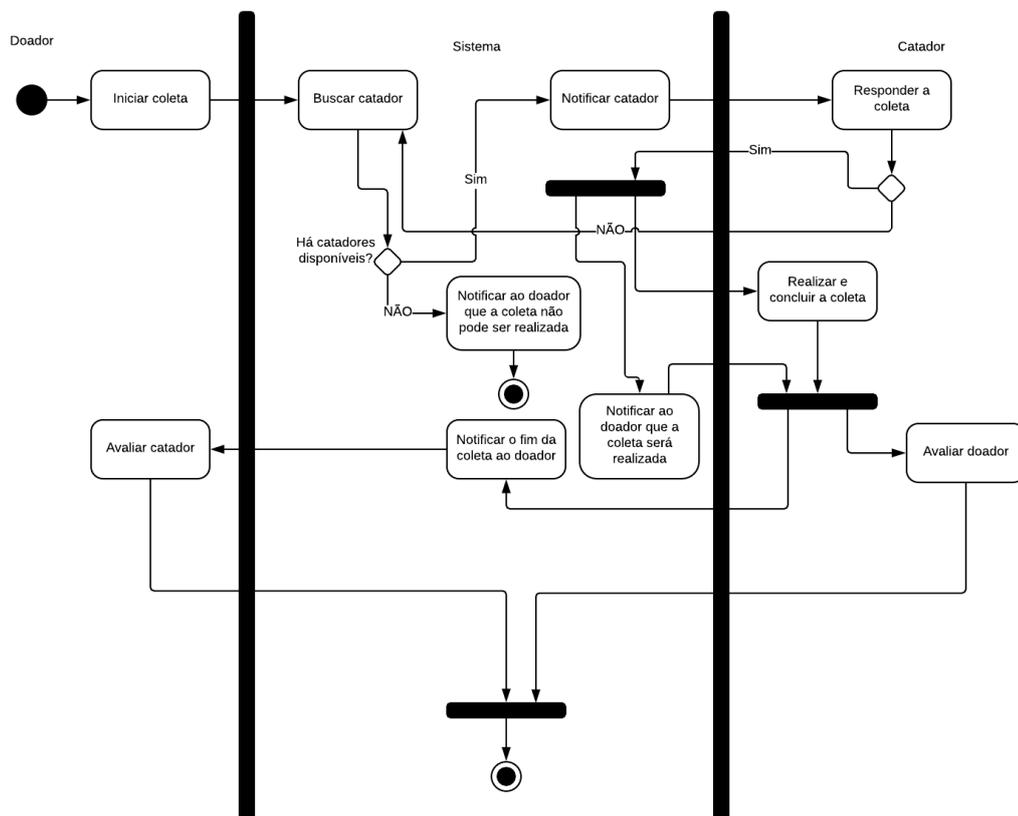


Figura 3. Diagrama de atividades do processo de coleta

indica ao sistema que um catador deve ser selecionado e é feita a busca de um catador. Primeiramente, os catadores são filtrados a partir do tipo de lixo descrito na solicitação de coleta, para encontrar os catadores elegíveis. Um catador é considerado elegível quando está apto a coletar o tipo de material que foi descrito na solicitação pelo usuário. Após essa filtragem, o sistema escolhe aleatoriamente entre os catadores elegíveis. Após feita a escolha, o sistema notifica o catador com a solicitação e o *status* é atualizado para "Esperando resposta". Ao receber a notificação, o catador tem a possibilidade de aceitar ou recusar a coleta. Caso a coleta seja aceita, o *status* se torna "Em andamento" e o doador é notificado, sendo avisado da confirmação da coleta. Caso contrário, o *status* é colocado como "Recusada" e o processo de seleção é refeito. Quando o catador recusa uma coleta, ele se torna automaticamente inelegível para a mesma. Se durante a nova busca não forem encontrados catadores elegíveis, a coleta recebe o *status* de "Abortada" e o doador é

notificado do encerramento forçado da coleta. Estando o *status* igual a "Em andamento", o catador deve realizar a coleta e encerrá-la no aplicativo. Após o encerramento, o *status* da coleta passa para "Concluída" e o doador é notificado. Além disso, ambos os usuários recebem um formulário de avaliação, onde se avaliam em um sistema de estrelas, em que o máximo é 5 e o mínimo é 0.

Todos os pedidos de coleta feitos pelos doadores ficam gravados em um histórico que pode ser visto através de uma tela do aplicativo para Android. Nessa função o usuário pode ver dados como data, hora, material entregue e também qual catador executou a coleta. Já para os coletores, o histórico de coletas contém todos os pedidos de coleta aceitos, mostrando também o se o pedido está em andamento, foi concluído ou cancelado. Com tal funcionalidade os atores que participam do processo de coleta conseguem saber com detalhes como foi feita cada retirada de forma detalhada, evitando golpes e fraudes pelo aplicativo.

## 5. Resultados

O sistema encontra-se online e funcionando corretamente. Antes da implantação o software passou por testes internos, realizados apenas pela equipe de desenvolvimento, para então ser testado com a participação de indivíduos externos ao trabalho. Ambos resultaram na identificação e solução de bugs, assim como auxiliaram na otimização de partes do sistema. O módulo para a plataforma móvel usa as funções do login da plataforma Firebase usando uma interface personalizada, mostrada na Figura 4, útil para controlar o acesso de catadores e doadores ao mesmo aplicativo.



Figura 4. Interface de login no aplicativo móvel

Figura 5. Cadastro de doador no aplicativo móvel

No aplicativo Android são disponibilizadas duas telas iniciais, uma para catadores e outra para doadores. A Figura 6 mostra a tela de solicitação de coleta que também é a tela inicial disponível para o doador logado, também é através dessa interface que o usuário também lê as notificações recebidas. Já para o doador fica disponível, em tela separada, uma interface similar a Figura 7. nela ficam listadas as solicitações de coleta mais recentes do usuário.



Figura 6. Tela inicial para catadores logados

Figura 7. Tela inicial disponível para catadores

Já na área de doadores o histórico de coletas fica em uma tela a parte como é mostrado na Figura 8. O histórico segue o mesmo padrão para os dois tipos de usuários do aplicativo móvel, disponibilizando um resumo de cada coleta. Para uma visão mais detalhada da coleta basta clicar em um dos itens do histórico que uma nova interface como a da Figura 9.

No momento em que uma coleta passa por alguns estados o aplicativo mostra alguns controles na tela de detalhes da coleta. Assim que uma coleta é feita o programa solicita a avaliação do atendimento ao catador e doador para o fim de análise de problemas e mal entendidos nos atendimentos.

Além do aplicativo móvel o módulo Web do sistema já opera no endereço <https://recycle.cf> mostrado na Figura 10. A aparência do aplicativo Web é muito similar a interface para outros módulos do sistema trazendo maior usabilidade para usuários que usam o aplicativo em mais plataformas.

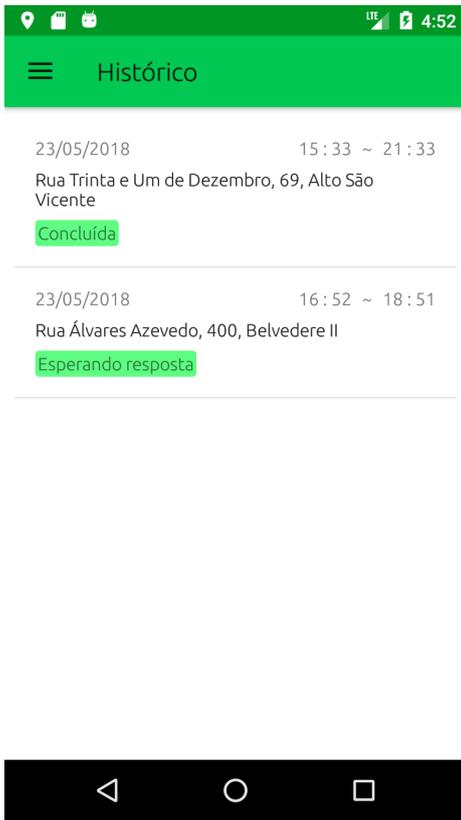


Figura 8. Histórico para doadores

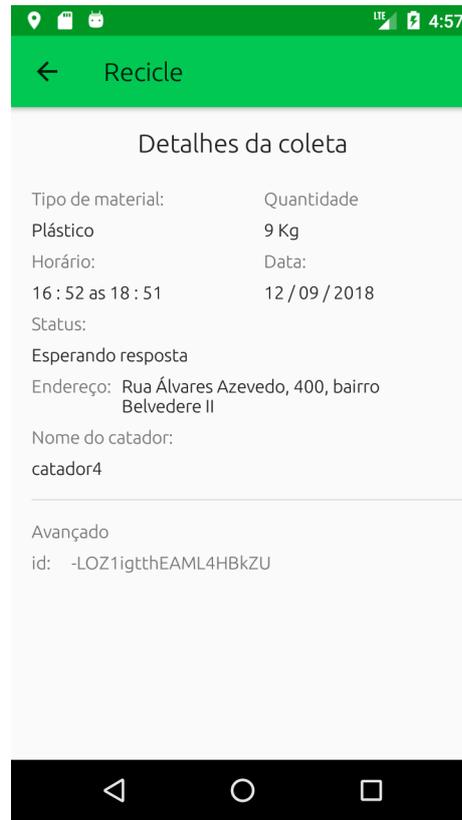


Figura 9. Detalhes de uma coleta

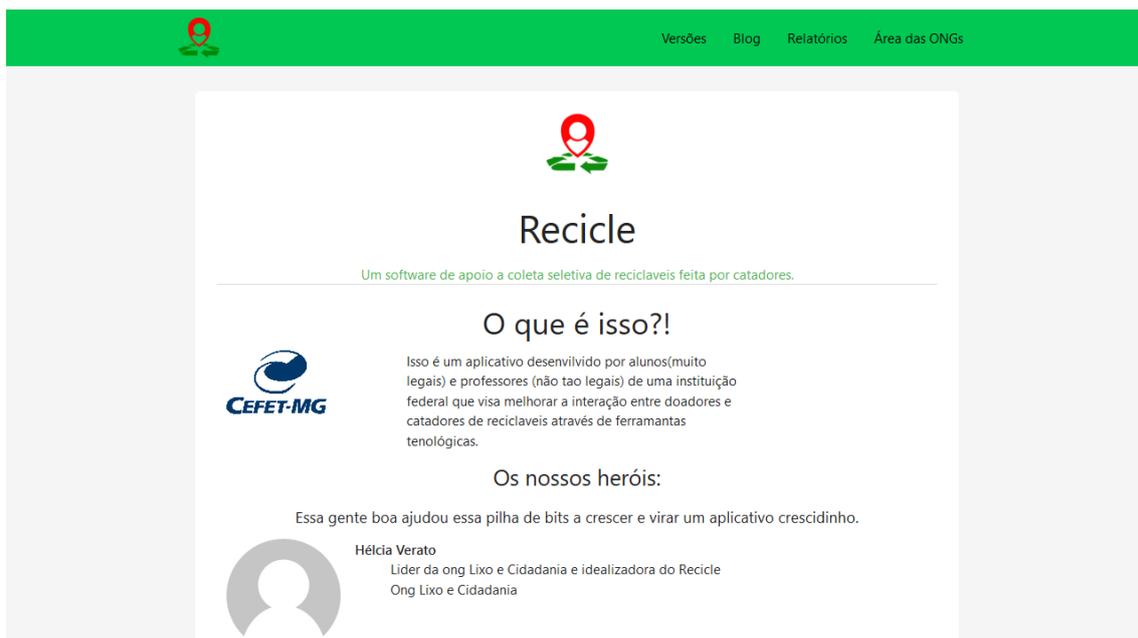


Figura 10. A página inicial do módulo web

## 6. Considerações Finais

Com a conclusão do desenvolvimento do sistema Recycle, ele passa por testes alfa realizados por um grupo seletivo de catadores sob tutela da ONG Lixo e Cidadania. Espera-se que até o fim do mês de outubro o sistema esteja sendo distribuído normalmente para a utilização por parte da população geral.

Especula-se que com tempo de disponibilização, mais pessoas possam aderir à utilização do sistema. Esse aumento irá impactar na quantidade de lixo direcionado para a reciclagem, ajudando a solucionar e minimizar problemas ambientais principalmente no município de Divinópolis, além de também ajudar na renda de catadores de lixo e suas organizações, e reduzindo a segregação social desse grupo. Também se tem como expectativa a expansão do sistema para outras localidades, tornando sua utilização mais abrangente.

Após a distribuição, futuras atualizações serão necessárias para atender demandas que possam surgir na utilização e expansão do sistema. Também serão necessárias atualizações para integrar tecnologias futuras à aplicação, caso venham a se mostrar úteis.

Sugere-se que trabalhos futuros possam expandir a compatibilidade do aplicativo para novas plataformas, como IOS da Apple, com intuito de disponibilizar o sistema para mais usuários. Além disso, o sistema deve passar por atualizações dos algoritmos para buscar catadores usando de funções de geolocalização. Também é sugerido a adição de um chat e identificação entre usuários e catadores durante a coleta.

## Referências

- BRASIL (2010). *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Brasília, DF. Online; acessado em 10 de Maio de 2018.
- Compromisso Empresarial para Reciclagem (2015). *Cempre review 2015: Um panorama reciclagem no brasil*. <http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xYWJvNW42MmsxcmEwMTY2ajFobHMxZmEwMTl1Y2EucGRm>. Online; acessado em 10 de Maio de 2018.
- Compromisso Empresarial para Reciclagem (2016). *Ciclossoft 2016*. <http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>. Online; acessado em 11 de Junho de 2018.
- Google Firebase (2018). *Documentação Firebase*. <https://firebase.google.com/docs/database/web/structure-data?authuser=0>. Online; acessado em 05 de Junho de 2018.
- Google Play (2018). *Seja sustentável e celebre a natureza com estes 5 apps*. [https://play.google.com/store/apps/topic?id=editorial\\_environment\\_apps\\_br&hl=pt](https://play.google.com/store/apps/topic?id=editorial_environment_apps_br&hl=pt). Online; acessado em 03 de Junho 2018.
- IBGE (2018). *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Online; acessado em 11 de Outubro de 2018.
- Netexplo (2018). *Netexplo Innovations Award Winner 2018*. <https://www.netexplo.org/en/intelligence/innovation/cataki>. Online; acessado em 03 de Junho de 2018.

- Pimp my Carroça (2018). Cataki. <http://www.cataki.org/>. Online; acessado em 03 de Junho de 2018.
- Pizarro, L. (2017). Brasil perde R\$ 120 bilhões por ano ao não reciclar lixo. *O Tempo*. Online; acessado em 10 de Maio de 2018.
- Prefeitura de Juiz de Fora (2018). Coleta Urbana. <http://www.demlurb.pjf.mg.gov.br/webapp/index.html>. Online; acessado em 05 de Junho de 2018.
- Ribeiro, T. F. and Lima, S. d. C. (2000). Coleta seletiva de lixo domiciliar - estudo de casos. *Caminhos de geografia*, 2(2). Online; acessado em 10 de Maio de 2018.
- Senado Federal (2018). Aumento da produção de lixo tem custo ambiental. <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/mundo-rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano>. Online; acessado em 11 de Outubro de 2018.
- Statcounter Global Stats (2018). Operating System Market Share Worldwide. <http://gs.statcounter.com/os-market-share>. Online; acessado em 05 de Junho de 2018.
- Uber Technologies Inc. (2018a). Como a Uber funciona. <https://www.uber.com/pt-BR/ride/how-uber-works/>. Online; acessado em 03 de Junho de 2018.
- Uber Technologies Inc. (2018b). Como funciona o Uber Eats. <https://about.ubereats.com/>. Online; acessado em 03 de Junho de 2018.
- UNEP (2018). United Nations Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/regions/north-america/our-work-north-america/our-commitment-sustainability>. Online; acessado em 29 de Maio de 2018.
- Worldometer (2018). World Population Clock. <http://www.worldometers.info/world-population/>. Online; acessado em 11 de Outubro de 2018.