

Recicle+: Inovação na Coleta Sustentável

Bruno Pereira Campos, Frederico Xavier Capanema, Kariny Alves Almeida, Alisson Marques da Silva, Thiago Magela Rodrigues Dias

Departamento de Informática, Gestão e Design
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET - MG)
Divinópolis – MG, 35503-822 – Brasil

brunopecampos@protonmail.com, {fredxavier19, almeidakariny12}@gmail.com,
{alisson, thiago}@cefetmg.br

Abstract. *The Industrial Revolution, along with the population's growth, is intrinsically linked to the change in social dynamism. An example of this is the high consumption of disposable items and, consequently, the expansion of garbage production. Therefore, considering that today, in Brazil, there is no adequate disposal of these residues, it is necessary to create a means to reuse them. In this context, recycling stands out. Recycling is an essential act for this problem, since it transforms the waste into a new product, benefiting the environment. Therefore, the Recicle+ system was created in order to optimize this process, from the integration between the waste pickers and the population, facilitating the collection.*

Resumo. *A Revolução Industrial, junto ao crescimento da população, está intrinsecamente ligada à mudança no dinamismo social. Um exemplo disso é o alto consumo de itens descartáveis e, conseqüentemente, a expansão da produção de lixo. Com isso, tendo em vista que hoje, no Brasil, não há uma destinação adequada desses resíduos, torna-se necessário criar um meio para reaproveitá-los. Nesse contexto, a reciclagem se destaca. Reciclar é um ato essencial para esse problema, já que transforma o lixo em um novo produto, beneficiando o meio ambiente. Diante disso, o sistema Recicle+ foi criado a fim de otimizar esse processo, a partir da integração entre os catadores e a população.*

1. Introdução

O mundo passa por intensas e constantes alterações demográficas desde a Revolução Industrial e Energética, que contribuíram para o aprimoramento de técnicas de produção e para a explosão populacional, alcançando o volume de 1 bilhão de pessoas [Folha de S. Paulo, 2018]. De acordo com pesquisas da Organização das Nações Unidas [ONU, 2010], o aumento populacional até o ano de 2050 atingirá a marca de 9 bilhões de habitantes. Com isso, vários avanços e mudanças acompanham esse crescimento e modificam o dinamismo social.

Esse fenômeno também contribui para o crescimento de diversos problemas no âmbito ecológico, como poluição e gestão incorreta do lixo produzido. Inicialmente, nota-se que o consumo exacerbado de produtos industrializados é um dos maiores responsáveis pela intensa geração de resíduos sólidos. A crescente produção de lixo e a falta de destinação adequada, por exemplo, configuram questões preocupantes. Um levantamento de dados da

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais [Abrelpe, 2017] mostrou que cada brasileiro gera aproximadamente 1,2 quilogramas de lixo por dia. Além disso, estima-se também que 6,9 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta no ano de 2017 e, conseqüentemente, receberam uma disposição inapropriada.

Sob essa perspectiva, a reciclagem surge como uma forma viável para reverter esse cenário. A transformação de materiais inutilizados em novos produtos beneficia tanto quem trabalha com esses serviços quanto o meio ambiente. A coleta seletiva cresce a cada ano, envolvendo cada vez mais municípios. Segundo dados de um estudo realizado pela Abrelpe, aproximadamente 3923 cidades já apresentam tais iniciativas. Contudo, apesar da ampla difusão da importância da reciclagem, a aplicação dessa solução não acompanha o ritmo de descarte de materiais recicláveis. Para Carlos Silva Filho, diretor da Abrelpe, a falta de recursos é um das principais entraves encontradas no país. Logo, torna-se necessário que esse quadro mude.

Diante do que foi exposto, esse trabalho apresenta a criação do sistema Recycle+, que objetiva ajudar e otimizar, de forma significativa, esse processo de reutilização de materiais. O artigo expõe uma nova versão de um projeto que inicializou o seu estado de desenvolvimento em 2018. Com essa aplicação, ao integrar os catadores e os usuários doadores, será possível efetivar, a partir de uma solicitação de coletas, a busca dos itens recicláveis. Esse texto foi dividido em seções: na Seção 2, os Trabalhos Relacionados serão expostos, mostrando as semelhanças e as diferenças entre eles. Na seção 3, os Materiais e Métodos serão apresentados. Na seção 4, a modelagem e as funcionalidades do sistema serão expostas. E posteriormente, na seção 5, serão mostrados os resultados finais, junto às suas considerações e aos futuros projetos.

1.1. Objetivo

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um sistema de gerenciamento de coletas que integre a população e os catadores, otimizando o processo de coletas de recicláveis.

1.2. Objetivos Específicos

- Compreender os termos e as necessidades da coleta de materiais recicláveis.
- Revisar a versão anterior do sistema, visando identificar os erros cometidos anteriormente e aprimorá-lo.
- Modelar os aplicativos e o Módulo *Web*.
- Implementar o software proposto de acordo com a modelagem.
- Testar o funcionamento do software desenvolvido e corrigir os erros encontrados.
- Implantar o software.

2. Trabalhos Relacionados

Ao inicializar a criação do Recycle+, foi feita uma pesquisa para buscar trabalhos com temáticas e objetivos semelhantes. Como resultado, notou-se a existência de sistemas que também visam promover um impacto social positivo, além de utilizarem funcionalidades que auxiliam na execução desse projeto. Neste tópico, os trabalhos relacionados serão expostos e,

posteriormente, explicados, a fim de abordar as principais características e diferenciais entre eles.

O Cataki [Cataki, 2019], projetado pelo movimento Pimp My Carroça, é um dos aplicativos que se destacam na área socioambiental. O objetivo principal da aplicação é retirar os catadores de lixo reciclável da invisibilidade e facilitar o processo da reciclagem [Pimp my Carroça 2018]. A localização dos catadores disponíveis é mostrada em tempo real ao usuário por meio do posicionamento do *smartphone*. A partir disso, as informações básicas do processo podem ser acessadas, como tipos de comunicações que podem ser feitas com o catador e os possíveis pagamentos. Em 2018, o projeto recebeu um prêmio internacional parisiense de inovação Netexplo [Netexplo 2018]. Essa ferramenta se assemelha ao Recycle+ ao facilitar a ocorrência das coletas e permitir que haja uma classificação e especificação dos materiais reciclados.

Visando auxiliar o processo de reciclagem, o aplicativo DescarteINFO [DescarteINFO, 2019], desenvolvido por estudantes de Fortaleza, foi criado com o objetivo de integrar as informações sobre o descarte de resíduos sólidos na cidade. Para tanto, são disponibilizados os tipos de materiais recebidos, as localizações desses pontos no mapa do município e os horários de funcionamento. Assim, foi possível ampliar a orientação acerca da destinação sustentável, trazendo benefícios à região, se assemelhando ao Recycle+.

Por fim, é válido ressaltar também o Rota de Reciclagem [Rota de Reciclagem, 2019]. Esse sistema foi criado e desenvolvido pela empresa Tetra Pak, objetivando resultados favoráveis aos movimentos de sustentabilidade. Nesse sentido, a plataforma apresenta um mapa que indica as cooperativas de catadores, os estabelecimentos comerciais que compram materiais recicláveis e pontos de entrega voluntária. Ao definir um endereço, esses locais são disponibilizados à uma proximidade reduzida, a fim de facilitar as entregas dos reciclados. Dessa forma, é possível realizar um movimento que beneficia os catadores e fomenta a produção de novos produtos nas cooperativas de reciclagem.

Ao realizar uma análise comparativa entre essas plataformas ativas, observou-se que o Recycle+, apesar de possuir funcionalidades similares, que foram descritas acima, traz inovações para âmbito da reciclagem. De início, é importante destacar o sistema de solicitações coletivas, tendo em vista que esse mecanismo conecta o usuário a um catador por meio de um pedido de coleta. Quando um pedido é realizado, ele se tornará disponível para todos os coletores da região por meio desse sistema.

O sistema de geolocalização em tempo real é um recurso que também se destaca no Recycle+ nesse sistema. Isso porque ele fornece uma visão otimizada de um mapa da região e traça rotas mais diretas e eficientes por meio do acesso à localização dos catadores. A partir disso, é possível fazer um acompanhamento da busca dos materiais, trazendo mais segurança e controle aos usuários envolvidos. Além disso, a comunicação entre usuários ocorre diretamente dentro dos aplicativos, no Chat, diferentemente do que é proporcionado pelo Cataki, que fornece os números telefônicos para uma comunicação externa.

3. Materiais e Métodos

Inicialmente, foi realizado um levantamento de requisitos sobre o projeto para que a composição do Recycle+ atendesse a demanda dos clientes externos, a Associação Lixo e Cidadania e o GEEC. Posteriormente, foram implementados um Módulo *Web*, responsável pela administração do sistema, e dois aplicativos, sendo um para o catador dos materiais e o outro para o doador. Ainda nessa etapa, foi escolhido o Sistema Operacional Android,

desenvolvido dentro do núcleo Linux, visto que apresenta uma estrutura de desenvolvimento eficiente e é o mais utilizado atualmente [Net Market Share 2019]. Com isso, alguns recursos puderam ser aplicados, como a integração ao API do Google Maps, utilizado para gerar rotas e definir as localizações.

Para o desenvolvimento dos aplicativos foi utilizado o kit de desenvolvimento de Software Flutter. Essa ferramenta possibilita o desenvolvimento na linguagem de programação Dart. O *framework* nativo desse kit segue o padrão de Material Design recomendado pela Google, possuindo assim um suporte oficial. Para realizar a seção de notificações, foi utilizado o serviço de mensagens do Firebase (*Firebase Cloud Messaging*) associado ao serviço de funções em nuvem que executa ações ao lado do servidor. Assim, as solicitações realizadas no sistema ocorrem de forma ágil.

Para a implementação do Módulo *Web*, as páginas responsivas foram feitas com a linguagem de marcação HTML, utilizando também o *framework Front-End* Materialize, baseado em Material Design. Já na implementação das interfaces *Web*, foi utilizada a linguagem de programação Javascript, caracterizada como dinâmica e multi-paradigma. A função de *login* e a interação com o banco de dados também utilizaram essa linguagem, que possui ampla compatibilidade.

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 fez com que o *login* e o Cadastro dos usuários fossem implementados de forma mais simples e segura. Ademais, essa plataforma possui um Banco de Dados NoSQL multiplataforma, que tem uma excelente compatibilidade com aplicações Android, além de oferecer suporte para ser utilizado no Módulo *Web*. Por essas razões, o BD da plataforma Firebase foi escolhido como tecnologia de armazenamento de dados do sistema, facilitando a integração dos módulos do sistema.

Os ambientes de desenvolvimento integrado (IDE's) utilizados para desenvolver o Módulo *Web* foram Sublime e Visual Code. Esses meta-programas foram escolhidos pois com eles é possível desenvolver sistemas utilizando as linguagens HTML5, CSS3 e JavaScript. Já para os aplicativos móveis, as IDE's escolhidas foram o Android Studio e o Visual Code, sendo o Android Studio um dos ambientes de desenvolvimento oficial do Android e apresenta recursos avançados para codificação, compilação e execução de aplicativos, características também presentes no Visual Code.

Por fim, utilizou-se a plataforma on-line LucidChart para a criação dos diagramas. Essa ferramenta *Web* gratuita permitiu uma melhor visualização acerca do funcionamento dos processos no Recicle+. Assim, dois diagramas principais foram desenvolvidos: o Diagrama de Atividades, que modela as etapas sequenciais dos processos, e o Diagrama de Caso de Uso, que descreve funcionalidades do sistema a partir de seus requisitos funcionais.

4. Recicle+

O sistema Recicle+ possui dois aplicativos e um Módulo *Web*, com funcionalidades diferentes, que se distinguem de acordo com o tipo de utilização e de usuário. O uso do Módulo *Web* fica restrito ao administrador principal do sistema e às instituições, enquanto os aplicativos efetivam as coletas, desde a solicitação até sua realização.

4.1. Módulo Web

Para facilitar o gerenciamento do Recycle+, foi criado um Módulo *Web*, disponível no domínio “<https://recycle.web.app/>” (Figura 1), que possui 3 seções principais. A primeira é a seção administrativa, tendo em vista que para se ter acesso ao Recycle+, todas as instituições, que posteriormente irão cadastrar os catadores, precisam ser gerenciadas e inscritas por um responsável principal do sistema. Sob essa perspectiva, o administrador, mediante a um *login* com e-mail e senha, terá acesso à plataforma. Ao logar, o responsável poderá cadastrar e gerenciar as instituições, fornecendo todas as informações necessárias.



Figura 1. Módulo Web

Já na seção “Instituições”, haverá o cadastro e o gerenciamento dos catadores. O responsável pela associação realizará um *login* com e-mail e senha e, dentro do sistema, poderá efetivar a gerência de seus coletores. Todos usuários Catadores, por questões de segurança e de privacidade, precisam estar obrigatoriamente associados a uma instituição. Após fornecer os dados necessários, é possível finalizar o processo de cadastramento. Assim, tendo feito isso, os usuários poderão logar no aplicativo e iniciar suas coletas. Essa página oferece também as opções de alteração de informações e exclusão de usuários.

Outrossim, a aba “Download” é disponibilizada. O objetivo dessa página é exibir informações e tutoriais em vídeos acerca da disposição e uso dos aplicativos. A seção fornece também um direcionamento automático para PlayStore, para que o *download* possa ser executado.

4.2. Aplicativo do Catador

Após o cadastramento por meio do Módulo *Web*, o usuário Catador receberá da Instituição a qual está associado o e-mail e a senha para efetuar o *login* em seu aplicativo. Logo após realizar esse processo, a tela inicial exibirá o mapa da região, utilizando o sistema de geolocalização em tempo real. No mapa mostrado (Figura 2), todas as coletas disponíveis na área serão exibidas, além das coletas em andamento, ou seja, as que já foram aceitas.

Logo após a criação de uma coleta na área, o catador receberá uma notificação, além de conseguir acessar uma aba com todas as coletas disponíveis. Ao clicar na solicitação realizada, o usuário terá automaticamente acesso aos dados gerais da coleta e à opção de aceitar ou negar. Junto à aba de solicitações disponíveis (Figura 3), há também a aba “Suas Coletas”, na qual se encontra todos os pedidos em andamento. As coletas são dispostas de cores diferentes no mapa, assim como mostrado na Figura 2, de acordo com sua situação: todas em vermelho ainda não foram aceitas, e todas marcadas em verde já possuem um catador responsável. Ao escolher uma solicitação, uma notificação será enviada ao doador, que pode dispensar ou aceitar o catador. Caso aceite, o catador pode entrar na Rota até a localização desejada e no Chat. Além de ter outras opções que definem o andamento do processo: a finalização e a desistência da coleta. Ao finalizar com êxito, há a opção de avaliação da coleta.

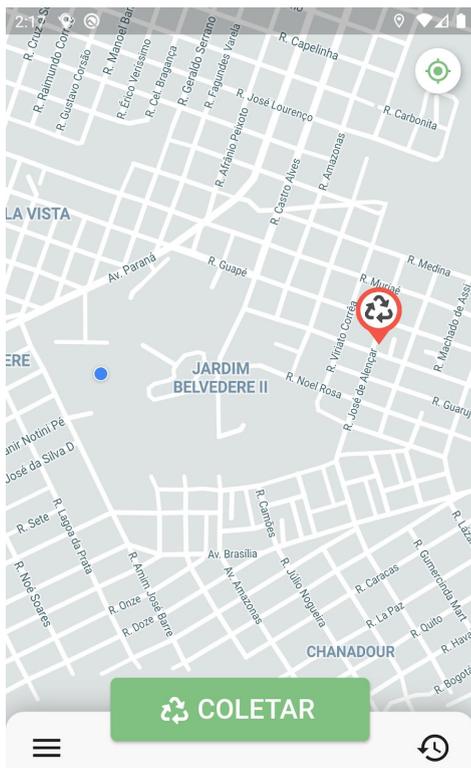


Figura 2. Tela Inicial do Catador

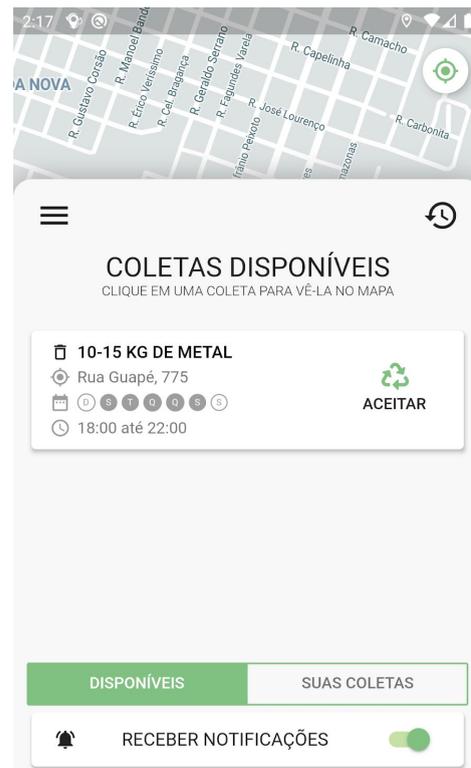


Figura 3. Situação da Coleta

Outro módulo também presente no aplicativo do Catador é a tela de Perfil (Figura 4), que mostra todas as informações solicitadas no cadastramento, como o nome completo, RG, CPF, e permite também que uma foto seja selecionada. Para realizar qualquer alteração de dados, com exceção da mudança de senha, o usuário deve contatar a Instituição responsável, já que que o seu gerenciamento ocorre somente por meio dela. Ainda nessa tela, há o módulo “Sobre”, que fornece informações e instruções acerca do Recicle+. Além disso, assim como no aplicativo do doador, há uma tela de histórico (Figura 5), que apresentará todos os processos finalizados, dados gerais sobre eles e suas respectivas avaliações.



Figura 4. Tela de Perfil do Catador

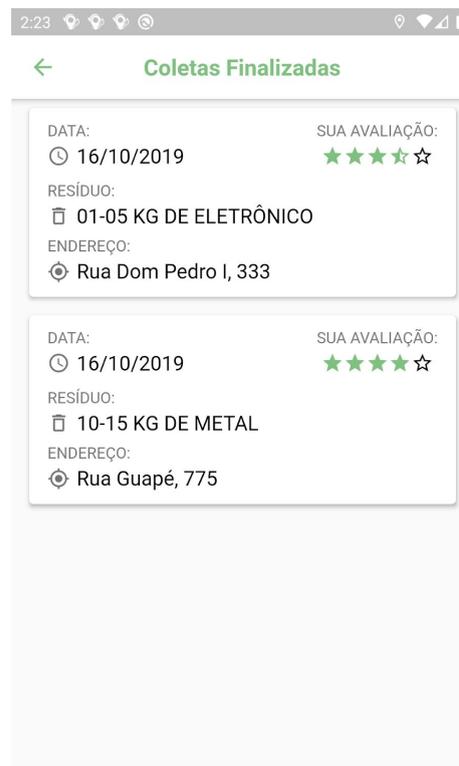


Figura 5. Histórico do Catador

4.3. Aplicativo do Doador

Diferentemente dos usuários Catadores, que são cadastrados previamente por uma Instituição parceira, os Doadores realizam o seu próprio cadastro diretamente no aplicativo (Figura 6). Para tanto, a fim de facilitar o processo, a efetuação do cadastro requer informações básicas: nome e telefone. Logo em seguida, um SMS de verificação é automaticamente enviado para o número de telefone registrado. Ao recebê-lo, o Doador terá finalizado a ação e poderá ter acesso às funcionalidades do *app*. Quanto ao *Login* (Figura 7), a página irá solicitar apenas o telefone do usuário. O objetivo principal é tornar a participação dos doadores menos burocrática e, com isso, incentivar o uso do Recycle+.

Ao logar e entrar no aplicativo, o usuário tem acesso a três funcionalidades principais, sendo elas: o histórico, seção “Coletas” e o perfil. No módulo do Perfil, as informações disponibilizadas pelo Doador são exibidas, como sua foto, sua avaliação geral e o número de coletas feitas. Na página do Histórico, todos os processos já realizados são mostrados junto às avaliações e descrições

Já a página de central (Figura 8) permite ao usuário realizar os pedidos de coleta seletiva. Para isso, o sistema solicita o endereço, o tipo e a quantidade de material que será doado e o período de disponibilidade do Doador. Após fornecer todos os dados necessários, a coleta se torna disponível para todos os catadores da região, e o sistema passa a exibir a situação da coleta (Figura 9). Ao ser aceita, uma notificação será enviada e o recurso do chat é ativado, para que assim haja melhor interação entre os usuários. Após finalizar o processo, a função de avaliação será disposta tanto para quem doou quanto para quem coletou.

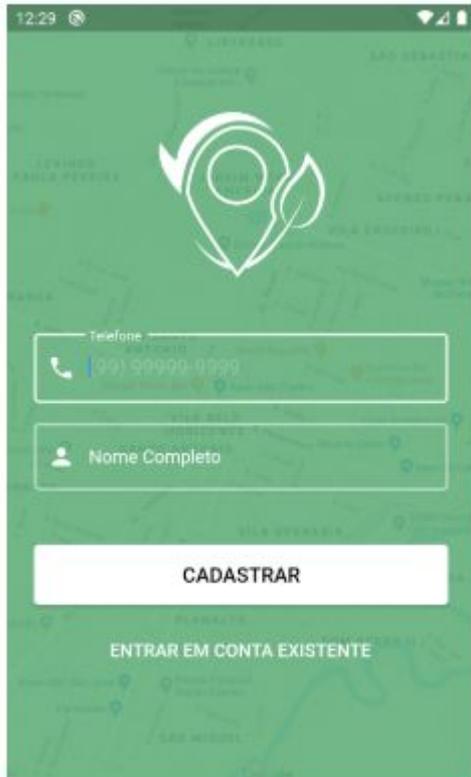


Figura 6. Tela de Cadastro do Doador



Figura 7. Tela de Login do Doador

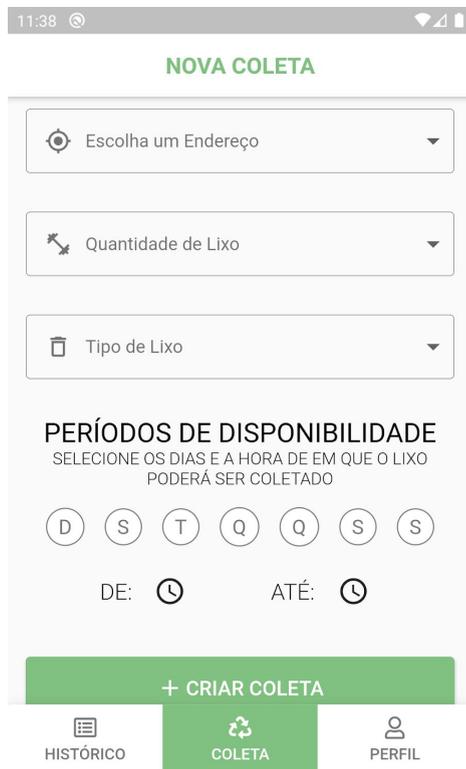


Figura 8. Tela de Criação de Coletas



Figura 9. Situação da Coleta

4.4 Modelagem do Sistema

A centralidade do Recicle+ se encontra na execução das coletas seletivas por meio dos aplicativos. Sob essa perspectiva, foram criados dois diagramas, com o intuito de melhorar a visualização acerca do funcionamento desse processo. Dessa forma, a partir da ilustração das atividades empregadas, os fluxogramas permitiram desenvolver, analisar e implementar a parte do sistema referente à coleta com facilidade.

Inicialmente, o Diagrama de Atividades (Figura 10) foi desenvolvido para expor a integração e comunicação entre os doadores e os catadores. É possível observar que o doador cria uma coleta, que buscará por um catador disponível. Ao ser aceita, o usuário que forneceu os materiais será notificado acerca do pedido. Logo em seguida, o catador já pode efetuar a busca dos resíduos por meio da rota gerada em seu aplicativo. Após concluir essa ação, a funcionalidade de avaliação será ativada para ambos os usuários. Desse modo, finaliza-se o processo exposto.

Por conseguinte, foi feito um Diagrama de Caso de Uso (Figura 11), para que auxiliasse na descrição e levantamento de requisitos funcionais do processo de coleta. Esse elemento faz com que as interações externas e internas do sistema sejam mostradas, partindo dos usuários do sistema. Assim, as funcionalidades atribuídas a cada um deles são mostradas: o Administrador cadastra e gerencia as instituições, as instituições cadastram e gerenciam coletores, os doadores solicitam coletas e avaliam e, por fim, os catadores recebem solicitações de coletas e avaliam .

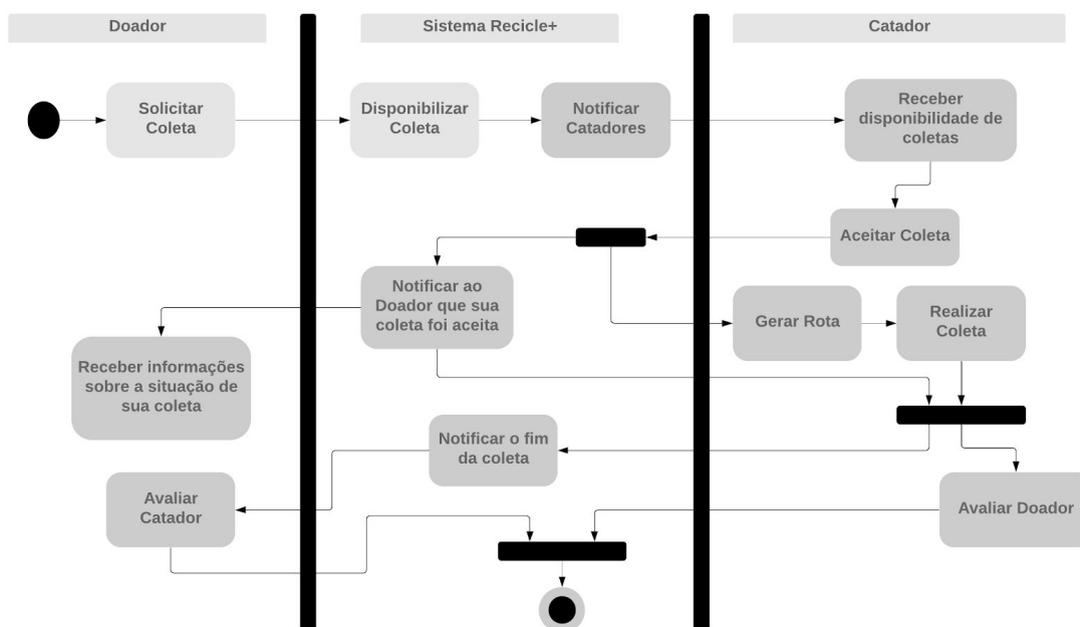


Figura 10. Diagrama de Atividades

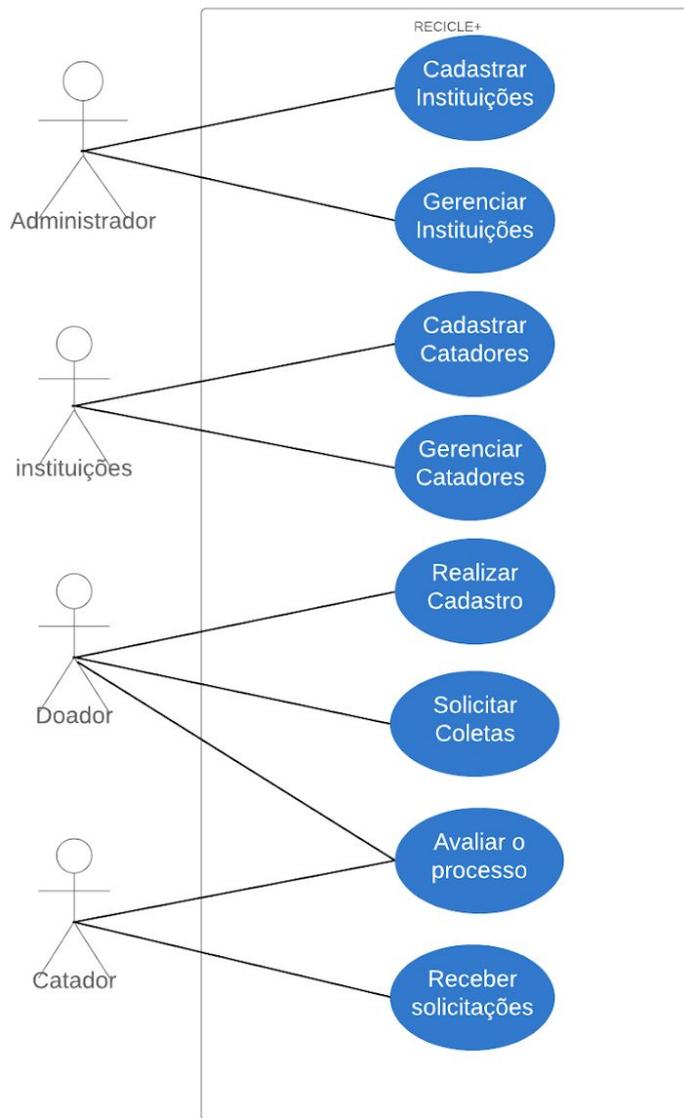


Figura 11. Diagrama de Casos de Uso

5. Considerações Finais

A alta produção de resíduos, aliada à falta de destinação adequada, gera uma preocupação ambiental cada vez maior. Portanto, surgem meios para alterar esse cenário, se destacando a reciclagem. O ato de realizar a separação de materiais que podem ser reaproveitados traz diversos impactos ecológicos positivos. Nesse contexto, a fim de otimizar esse processo por meio de um viés tecnológico, criou-se o Recycle+. Essa ferramenta une pessoas que querem doar materiais recicláveis com pessoas que buscam por eles por meio de aplicativos funcionais.

Almeja-se que o sistema atinja o máximo de usuários possível e, além disso, espera-se também que ele seja popularizado para além da cidade de Divinópolis, de forma a ampliar e incentivar o processo de coletas mediante a um método inovador. Além disso, é válido ressaltar a importância das parcerias feitas com CEFET-MG para a realização desse projeto. Com o auxílio da Associação Lixo e Cidadania e do Grupo de Educação, Ética e Cidadania (GEEC), foi possível obter o direcionamento ideal do trabalho.

Ao tornar o programa mais abrangente, é preciso que haja atualizações e tecnologias que sustentem essa expansão. Sendo assim, recomenda-se para trabalhos futuros o aprimoramento do Sistema de Relatórios no Módulo Web, para que assim a demanda solicitada de acordo com as necessidades das instituições seja disponibilizada com facilidade. Sugere também a criação e a implementação de um mecanismo capaz de definir com exatidão a distância entre os usuários envolvidos em uma coleta. Com isso, o processo será efetivado de maneira mais confiável para o coletor. Além disso, para que haja um funcionamento mais ativo, é sugerido também o aprimoramento do Sistema de Notificações. Por fim, é interessante que haja a criação de um recurso de agendamento de coletas. Nesse sentido, visando atender principalmente estabelecimentos comerciais, que têm grande produção de resíduos recicláveis, espera-se que essa função promova a gerência de um número maior de coletas.

Referências

ACCIARTO, C. C. **Brasil produz mais lixo, mas não avança em coleta seletiva.** Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/brasil-produz-mais-lixo-mas-nao-avanca-em-coleta-seletiva/>> Acesso em: 15 maio 2019.

Android developers. **Android documentation.** Disponível em: <<https://developer.android.com/index.html?hl=pt-br>> Acesso em: 25 de Maio de 2019.

Android Studio. **Android Studio user guide.** Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/intro/index.html>>, Acesso em 15 de Maio de 2019.

Cataki (2019) Pimp My Carroça. **Cataki.** Disponível em: <<http://www.cataki.org/>> Acesso em: 15 de Maio de 2019.

Empresa Tetra Pak. **Rota De Reciclagem.** Disponível em: <<https://www.rotadareciclagem.com.br/>> Acesso em: 15 de Maio de 2019.

FRAGA, E. **Crescimento Populacional fará o mundo mudar de cara até 2100.** Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2018/07/crescimento-populacional-fara-mundo-mudar-de-cara-ate-2100.shtml>> Acesso em: 09 set. 2019.

Google Firebase (2019). **Documentação Firebase.** Disponível em: <<https://firebase.google.com/docs/database/web/structure-data?authuser=0>> Acesso em: 25 de Maio de 2019.

Google Maps API. **API documentation.** Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/?hl=pt-br>> Acesso em 15 de Maio de 2019.

JSON. **JSON documentation.** Disponível em: <<https://www.json.org/>> Acesso em 15 de Maio de 2019.

MySQL. **SQL documentation.** Disponível em <<https://dev.mysql.com>> Acesso em 15 de Maio de 2019.

Net Market Share. Disponível em: <<https://netmarketshare.com/>>, Acesso em 27 de Maio de 2019.

Netexplo. **Netexplo Innovations Award Winner 2018.** Disponível em <https://netexplo.com/static/media/uploads/blog_files/cp_grand_prix_en_fr.pdf> Acesso em 15 de Maio de 2019.

ONU. **Aumento Populacional.** Disponível em : <<https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/>>. Acesso em 27 de Maio de 2019.

Prefeitura de Juiz de Fora. **Descarte.Me.** Disponível em: <<http://www.demlurb.pjf.mg.gov.br>> Acesso em: 15 de Maio de 2019.

Folha de São Paulo (2018). **Crescimento Populacional fará o mundo mudar de cara até 2100.** Disponível em:
<<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2018/07/crescimento-populacional-fara-mundo-mudar-de-cara-ate-2100.shtml>> Acesso em 09 de setembro de 2019.