

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM
SISTEMAS PRODUTIVOS

OLÍVIA AMARAL PRADO

PROPOSTA DE UMA PLATAFORMA MULTILATERAL PARA A LOGÍSTICA
REVERSA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO ESTADO
DE SÃO PAULO

São Paulo
Março/2018

OLÍVIA AMARAL PRADO

PROPOSTA DE UMA PLATAFORMA MULTILATERAL PARA A LOGÍSTICA
REVERSA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO ESTADO
DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. Napoleão Verardi Galeale.

São Paulo

Março/2018

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CPS

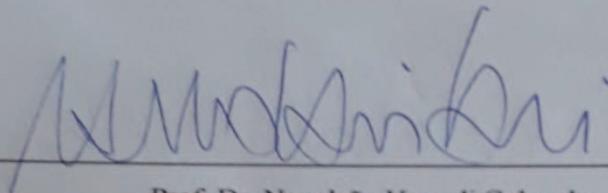
P896p Prado, Olívia Amaral
Proposta de uma plataforma multilateral para a logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Estado de São Paulo / Olívia Amaral Prado. – São Paulo : CPS, 2018.
103 f. : il., figs., quads.

Orientador: Prof. Dr. Napoleão Verardi Galeale
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2018.

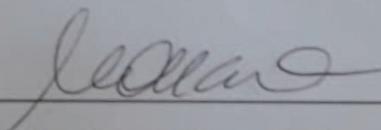
1. Plataformas multilaterais. 2. Requisitos. 3. Logística reversa. 4. REEE. I. Galeale, Napoleão Verardi. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

OLÍVIA AMARAL PRADO

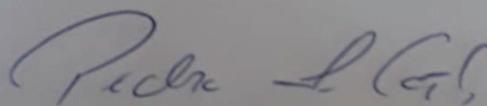
PROPOSTA DE UMA PLATAFORMA MULTILATERAL PARA A LOGÍSTICA
REVERSA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS
NO ESTADO DE SÃO PAULO



Prof. Dr. Napoleão Verardi Galeale
Orientador



Prof. Dr. Marcelo Tsuguo Okano
Membro



Prof. Dr. Pedro Luiz Côrtes
Membro

São Paulo, 27 de março de 2018

A todos que trabalham eliminando os
desperdícios.

Technology is nothing. What's important is that you have a faith in people, that they're basically good and smart, and if you give them tools, they'll do wonderful things with them.

Steve Jobs

RESUMO

PRADO, O.A. **Proposta de uma plataforma multilateral para a logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no estado de São Paulo**. 105f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2018.

O relatório UNU-IAS prevê que o Brasil gerará 1.700.000 toneladas de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) em 2018. Esta quantidade representa 8,3 kg de REEE gerado por pessoa. A destinação adequada destes materiais deve ser feita por meio de logística reversa, prevista na Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Entretanto, apenas uma pequena parcela destes resíduos é encaminhada a recicladoras e cooperativas de reciclagem. Com o avanço da computação, as plataformas multilaterais (aquelas que envolvem mais de duas partes interessadas em um modelo de negócio) ganharam velocidade e capilaridade associadas a smartphones. O presente trabalho tem por objetivo identificar os requisitos necessários a uma plataforma multilateral de software que permita a indicação e encaminhamento de REEE, no final da vida útil ou inutilizados, para locais onde será realizado seu descarte adequado. A natureza do objeto desta pesquisa é tecnológica, com abordagem qualitativa. Foi realizado um estudo de campo para levantamento dos requisitos necessários à plataforma multilateral. As entrevistas foram conduzidas em duas cooperativas e uma recicladora, que atende a diversos fabricantes, terceirizando a logística reversa para estes. Com base nos requisitos levantados no estudo de campo foi desenvolvido um produto mínimo viável (MVP) da plataforma multilateral denominada REEEciela com as seguintes funcionalidades: cadastros de cooperativa, consumidor, OSCIP e fabricantes/recicladoras, agendamento e monitoração de coletas, cotação de materiais e indicadores.

Palavras-chave: Plataformas Multilaterais. Requisitos. Logística Reversa. REEE.

ABSTRACT

PRADO, O.A. **Proposal of a multilateral platform for the reverse logistics of waste electrical and electronic equipment in the state of São Paulo.** 105f. Dissertation (Professional Master in Management and Technology in Productive Systems). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2018.

The UNU-IAS report predicts that Brazil will generate 1,700,000 tonnes of waste electrical and electronic equipment (WEEE) by 2018. This amount represents 8.3 kg of WEEE generated per person. The proper destination of these materials must be made through reverse logistics, provided for in the National Solid Waste Policy (PNRS). However, only a small portion of this waste is sent to recyclers and recycling cooperatives. With the advancement of computing, multilateral platforms (those involving more than two stakeholders in a business model) have gained speed and capillarity associated with smartphones. The objective of this work is to identify the necessary requirements for a multilateral software platform that allows the indication and forwarding of WEEE, at the end of its useful life or unused, to places where its proper disposal will be carried out. The nature of the object of this research is technological, with a qualitative approach. A field study was carried out to assess the requirements for the multilateral platform. The interviews were conducted in two cooperatives and a recycler, which serves several manufacturers, outsourcing reverse logistics to them. Based on the requirements set out in the field study, a minimum viable product (MVP) of the multilateral platform was developed, with the following functionalities: cooperative, consumer, OSCIP and manufacturers/recyclers registries, scheduling and monitoring of collections, indicators.

Keywords: Multisided Platforms. Requirements. Reverse Logistics. WEEE.

LISTA DE QUADROS

| | | |
|----------|---|-----|
| Quadro 1 | Receita em Plataformas Multilaterais..... | 37 |
| Quadro 2 | Capilaridade dos Aplicativos de Reciclagem de Resíduos..... | 45 |
| Quadro 3 | Receita da Plataforma Multilateral Proposta..... | 62 |
| Quadro 4 | Evolução da Plataforma Multilateral Proposta..... | 75 |
| Quadro 5 | Configuração Mínima para o Cliente..... | 101 |
| Quadro 6 | Configuração Mínima para o Servidor..... | 101 |
| Quadro 7 | Configuração Mínima para o Smartphone Android..... | 101 |
| Quadro 8 | Orçamentos de Fornecedores de Computação em Nuvem..... | 102 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Diagrama de Representação da Intervenção da Plataforma Multilateral Proposta..... | 17 |
| Figura 2 | Estrutura do Referencial Teórico..... | 19 |
| Figura 3 | Agrupamento de Produtos Eletroeletrônicos..... | 21 |
| Figura 4 | Pensamento do Ciclo de Vida..... | 25 |
| Figura 5 | Responsabilidade Compartilhada..... | 26 |
| Figura 6 | Exemplo de Diagrama de Caso de Uso..... | 29 |
| Figura 7 | Exemplo de Diagrama de Classes..... | 31 |
| Figura 8 | Telas do Aplicativo Rota da Reciclagem..... | 40 |
| Figura 9 | Telas do Aplicativo Reciclagem de Plásticos..... | 41 |
| Figura 10 | Telas do Aplicativo Ingages..... | 42 |
| Figura 11 | Telas do Aplicativo Heróis da Reciclagem..... | 43 |
| Figura 12 | Telas do Aplicativo Cataki..... | 44 |
| Figura 13 | Cadeia de Valor da Reciclagem..... | 49 |
| Figura 14 | Exemplos de Preços Praticados por Comerciantes de Reciclagem..... | 50 |
| Figura 15 | Esteira de Triagem de Recicláveis..... | 52 |
| Figura 16 | Separação dos Componentes de Computadores..... | 53 |
| Figura 17 | Painel para Identificação dos Componentes de Computadores..... | 54 |
| Figura 18 | Equipamento para Desmagnetização de Discos Rígidos..... | 58 |
| Figura 19 | Canvas da Plataforma Multilateral Proposta..... | 61 |
| Figura 20 | Diagrama de Caso de Uso Proposto..... | 64 |
| Figura 21 | Diagrama de Classes Proposto..... | 67 |
| Figura 22 | Arquitetura da Solução..... | 69 |
| Figura 23 | Telas do MVP – Parte 1..... | 71 |
| Figura 24 | Telas do MVP – Parte 2..... | 72 |
| Figura 25 | Telas do MVP – Parte 3..... | 73 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| ABINEE | Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica |
| ADVB | Associação dos Dirigentes de Vendas e Marketing do Brasil |
| BMW | <i>Bayerischer Motoren Werke AG</i> |
| CEDIR | Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática |
| CEP | Código de Endereçamento Postal |
| CGI.BR | Comitê Gestor da Internet no Brasil |
| CPF | Cadastro Pessoa Física |
| CPQD | Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações |
| CPU | <i>Central Process Unit</i> |
| CRT | <i>Cathode Ray Tube</i> |
| EEE | Equipamentos Eletroeletrônicos |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| HP | Hewlett-Packard |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INPI | Instituto Nacional da Propriedade Industrial |
| IPEA | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada |
| LASSU | Laboratório de Sustentabilidade |
| LCDE | <i>Liquid Crystal Display</i> |
| LR | Logística Reversa |
| MVP | Mínimo Produto Viável |
| ONG | Organização Não Governamental |
| OS | Ordem de Serviço |
| OSCIP | Organização da Sociedade Civil de Interesse Público |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| PBDE | Éteres Difenílicos Polibromados |
| PETROBRAS | Petróleo Brasileiro S.A |
| PEV | Ponto de Entrega Voluntária |
| PLS | Projeto de Lei do Senado |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PNUMA | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| POLI-USP | Escola Politécnica da Universidade de São Paulo |

| | |
|---------|---|
| PPB | Bifenilas Polibromadas |
| REEE | Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico |
| RFID | Identificação por Rádio Frequência |
| SIG | Sistema de Informações Geográficas |
| SMS | <i>Short Message Service</i> |
| SPRING | Sistema para Processamento de Informações Geográficas |
| TI | Tecnologia da Informação |
| TIC | Tecnologia da Informação e da Comunicação |
| UE | União Europeia |
| UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| UML | <i>Unified Modeling Language</i> |
| UNU-IAS | <i>United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| INTRODUÇÃO..... | 13 |
| Questão de Pesquisa | 15 |
| Objetivos..... | 16 |
| Estrutura da Dissertação | 17 |
| 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 19 |
| 1.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE)..... | 20 |
| 1.2 Logística Reversa | 24 |
| 1.3 Requisitos de Sistema (Engenharia de Software)..... | 27 |
| 1.4 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)..... | 31 |
| 1.5 Modelo de Negócios e Canvas | 32 |
| 1.6 Plataformas Multilaterais..... | 35 |
| 2 METODOLOGIA..... | 47 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 49 |
| 3.1 Estudo de Campo..... | 49 |
| 3.2 Características do Modelo de Negócios para Suportar a Plataforma Proposta | 59 |
| 4 PLATAFORMA MULTILATERAL PROPOSTA..... | 63 |
| 4.1 Casos de Uso da Plataforma Multilateral REEEcicla..... | 63 |
| 4.2 Diagrama de Classes da Plataforma Multilateral REEEcicla..... | 67 |
| 4.3 Arquitetura da Solução da Plataforma Multilateral REEEcicla | 68 |
| 4.4 MVP Plataforma Multilateral REEEcicla..... | 70 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 74 |
| REFERÊNCIAS | 77 |
| APÊNDICE A – DOCUMENTAÇÃO DA PLATAFORMA..... | 82 |
| APÊNDICE B – PROTÓTIPO DA PLATAFORMA..... | 93 |
| APÊNDICE C – CONFIGURAÇÃO MÍNIMA PARA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA MULTILATERAL | 101 |
| APÊNDICE D – ORÇAMENTOS PARA COMPUTAÇÃO EM NUVEM..... | 102 |
| APÊNDICE E – ENTREVISTA NA RECICLADORA A | 103 |

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, desde o pós-guerra, ocorreu a popularização da utilização de equipamentos eletroeletrônicos. Em pouco tempo, os dispositivos que antes eram privilégio das grandes corporações passaram a ser acessíveis ao grande público. Tal fato se deu pela diminuição de tamanho e pelo barateamento destes equipamentos (ARAÚJO et al., 2012).

De acordo com Gigante, Rigolim e Marcelo (2012), a meia vida de um produto tecnológico é inferior a dezoito meses, muito superior à depreciação de qualquer outro bem de consumo. Araújo et al. (2012) identificaram que a vida útil de equipamentos caiu de 10,7 anos para 5,5 anos no período entre os anos de 1985 e 2000. A discordância no tempo de depreciação não invalida a rapidez com que estes produtos chegam ao fim de sua vida útil.

Isso ocasiona o aumento do volume de equipamentos descartados. A concepção de um produto tem como principais objetivos a funcionalidade, a eficiência e o custo. Há poucas iniciativas que priorizam a redução de impactos ambientais, principalmente o pós-consumo (XAVIER; CARVALHO, 2017). Vive-se em uma sociedade de risco, na qual os riscos são subestimados ou ocultados e os benefícios superestimados. Os riscos decorrentes da interrupção da cadeia de valor de eletroeletrônicos são múltiplos e incluem questões ambientais, de saúde, de gestão e, muitas vezes, são motivados pela obsolescência programada (GIGANTE; RIGOLIN; MARCELO, 2012). O desenho de produtos com peças e materiais planejados para facilitar a reciclagem, bem como os testes para identificar produtos reaproveitáveis no momento da triagem são fatores de mudança neste cenário. A mesma importância deve ser dada à universalização da informação e à conscientização sobre os riscos de descarte inadequado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) (XAVIER; CARVALHO, 2017).

Para aprofundar a questão, é preciso analisar a cadeia de valor destes produtos que passa pelas seguintes etapas: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte (VEZZOLI; MANZINI, 2008). Apesar de os autores considerarem que o lixo eletrônico perde grande parte de seu valor econômico no momento do descarte, em relação ao valor que possuía até a etapa de distribuição, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) reconhece que ainda há valor nestes resíduos, apesar de não evidenciar a relação entre os catadores e suas cooperativas e a questão da responsabilidade compartilhada na qual os fabricantes e comerciantes de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são responsáveis pela logística reversa, mediante o retorno

do produto pelo consumidor (BRASIL, 2010). Como o consumidor é o responsável por retornar o produto por lei, é preciso esclarecer melhor o papel do catador neste cenário.

Quando ocorre o descarte indevido dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) – seja em lixões, aterros clandestinos, ou em quaisquer outros lugares expostos a intempéries – ocorre a contaminação de animais e seres humanos, do solo, água e ar com diversos metais como: mercúrio, chumbo, estanho, cádmio, cromo, entre outros. Muitos destes metais provocam danos irreversíveis, uma vez que se acumulam no corpo por toda a vida (CHEN et al., 2016). Com a intenção de resolver esta situação, foi escrita a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010), conhecida como PNRS que, em seu artigo nº 33, obriga os fabricantes de produtos cujos resíduos possam conter contaminantes a fazer a logística reversa desses produtos (BRASIL, 2010).

Se fosse cumprida, a regulamentação da destinação correta do descarte destes materiais resolveria os problemas sociais, de saúde e relacionadas ao meio ambiente. Porém, os municípios não conseguiram se adaptar à PNRS. Conforme previsto na lei, os lixões seriam extintos até 02 de agosto de 2014. O senado aprovou o Projeto de Lei do Senado (PLS) Projeto n. 425/2014 que prorroga o prazo de adequação à PNRS para as capitais e municípios de região metropolitana até 31 de julho de 2018. Já os municípios de fronteira e os que contam com mais de 100 mil habitantes, terão um ano a mais para implementar os aterros sanitários. Cidades entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020. Já o prazo para os municípios com menos de 50 mil habitantes será até 31 de julho de 2021. Todas as contagens de habitantes foram realizadas com base no Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A reportagem ainda informa que a data prevista na PNRS não foi realista (BRASIL, 2015).

O relatório do *United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability* (UNU-IAS, 2015), demonstra que a América Latina não é a campeã em produção de REEE no mundo, mas, a quantidade é significativa. São 3.900.000 toneladas que representam 9% das 41.800.000 toneladas produzidas em todo o mundo. A América Latina ocupa o 4º lugar entre os demais continentes. A quantidade de REEE per capita gerada na América Latina é de 6.6 kg ao ano com um percentual de crescimento anual de 6%. Neste aspecto, o volume se torna perigoso para a América Latina, pois, a média de crescimento anual mundial é de 5%. Ao trazer esta visão para o Brasil, há a produção de 7kg de REEE por cidadão e um montante de 1.412.000 toneladas no ano de 2014. A projeção do relatório é que a geração brasileira chegará a 1.700.000 toneladas em 2018 que, dividido pela população, representará 8,3 kg por pessoa. Embora os aparelhos celulares representem 0,5% deste

volume, para produzir um celular com peso de 80g, são necessários 44.4kg de material bruto. Outras pesquisas nacionais foram localizadas como a pesquisa sobre Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), também conhecida apenas como Pesquisa TIC, que quantifica por região do Brasil os computadores existentes em domicílios e empresas por região brasileira, conforme disponibilizado no site do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.BR, 2016a). Também foi localizado um estudo sobre a cidade de Belo Horizonte-MG (FRANCO; LANGE, 2011). Este estudo pesquisou entre consumidores a destinação dada aos REEE. Identificou-se que o destino mais adotado pelos consumidores é o de doação e a reciclagem é o destino menos escolhido.

Plataformas multilaterais possuem seu modelo de negócios conhecido há séculos, todavia, esta denominação não era conhecida até os anos 2000, quando Rochet e Tirole (2003) iniciaram a pesquisa de plataformas bilaterais. Companhias como Alibaba, Apple, Facebook, Visa, Pinterest, Spotify e Uber são plataformas multilaterais, também conhecidas como *Matchmakers*. Tais empresas fazem uso de tecnologias para unir dois ou mais tipos de interessados que criarão parcerias mutuamente benéficas. Estas plataformas operam em locais físicos ou virtuais que propiciam a interação dos grupos interessados, que são denominados lados da plataforma. Por exemplo, o Facebook opera uma plataforma virtual na qual amigos, anunciantes e desenvolvedores podem interagir (EVANS; SCHMALENSEE, 2016).

O cenário atual é oportuno para análises econômicas, legislativas, ambientais, de imagem da empresa (fabricante de equipamentos eletroeletrônicos) e logísticas (LAVEZ; SOUZA; LEITE, 2011). Com base nos motivos que levam a logística reversa a deixar de ocorrer, esta pesquisa visa propor uma solução para o problema no Estado de São Paulo, por meio de uma plataforma multilateral apoiada no conceito de negócios multilaterais.

Questão de Pesquisa

Este estudo procura responder à seguinte questão de pesquisa:

Quais são os requisitos de uma plataforma multilateral de software para possibilitar o aumento da quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) destinados à logística reversa, com ênfase em equipamentos de Tecnologia de Informação (TI) portáteis e de pequeno porte, no Estado de São Paulo?

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa é identificar os requisitos necessários a uma plataforma multilateral, que permita a indicação e encaminhamento de REEE, no final da vida útil ou inutilizados, para locais onde será realizado seu descarte adequado.

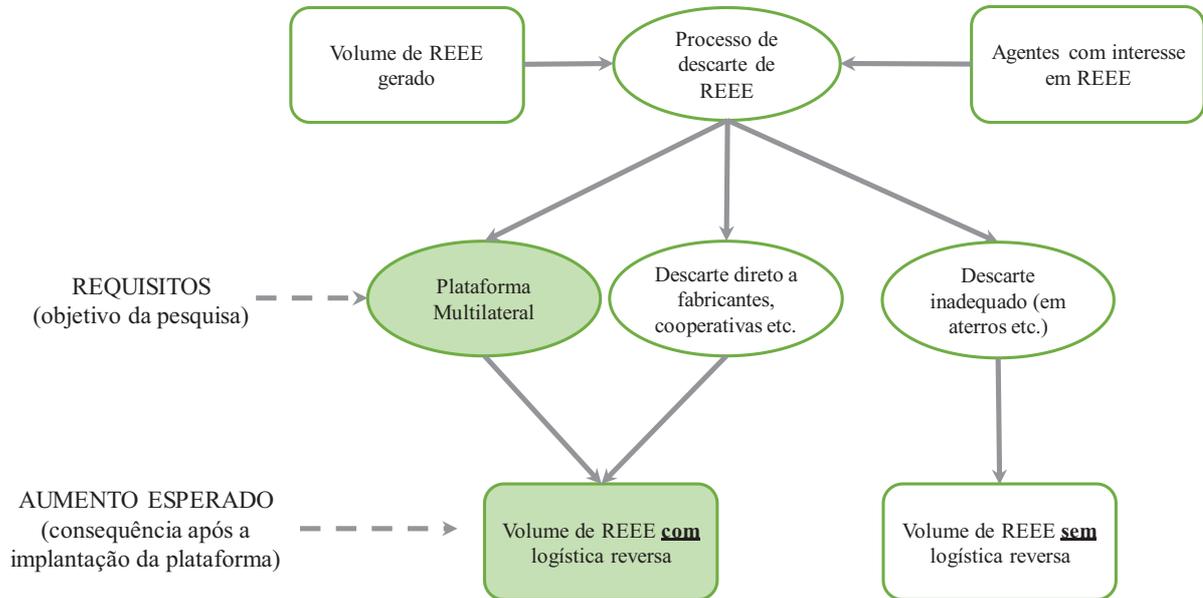
Objetivos Específicos

Como meio de responder à questão de pesquisa, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Mapear a cadeia de valor de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) até a logística reversa, para identificar os principais atores e levantar os principais pontos de ruptura.
- b) Realizar estudo de campo para identificação de requisitos para uma plataforma multilateral.
- c) Propor o protótipo de uma aplicação que possa unir o consumidor que deseja descartar um REEE aos agentes que proverão o descarte adequado em relação à PNRS.

A contribuição desta pesquisa é demonstrada por meio de um diagrama, por meio da representação gráfica da intervenção da plataforma no processo de descarte de REEE, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de Representação da Intervenção da Plataforma Multilateral Proposta



Fonte: Resultado da Pesquisa

Conforme o diagrama ilustrado na Figura 1, a presente pesquisa levantou os requisitos necessários a uma plataforma que contribua para o aumento do volume de REEE com logística reversa, unindo os agentes com interesse em REEE e facilitando sua comunicação e o fluxo destes materiais. A variável independente do ambiente é representada pelo processo de descarte de REEE, pois a quantidade deste material no estado de São Paulo independe da plataforma, e sim de fatores anteriormente mencionados como a obsolescência programada e a rápida desatualização da tecnologia. A quantidade de REEE tratada pela logística reversa será a variável dependente, pois esta deverá sofrer interferência direta da plataforma. Conforme aumenta sua aceitação pelos consumidores interessados em descartar adequadamente seus REEE, espera-se um aumento também na quantidade destas pessoas.

Estrutura da Dissertação

Esta dissertação foi estruturada em quatro capítulos. No Capítulo 1, é introduzido o conceito de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônico (REEE) e a delimitação da pesquisa na linha verde deste tipo de resíduo. A cadeia de valor de REEE é mapeada no item Logística Reversa. Para o desenho da plataforma, foram levantados requisitos apresentados na forma de Diagramas de Casos de Uso e Diagramas de Classes. A base da plataforma foi estabelecida

em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com o modelo de negócios realizado em Canvas e baseado no conceito de Plataformas Multilaterais. Foi realizado um mapeamento da situação atual de plataformas que propiciam a logística reversa de REEE e das cooperativas.

O método é descrito no Capítulo 2, no qual foi detalhada a estratégia de aplicação do estudo de campo para a pesquisa tecnológica, cujo principal objetivo é gerar artefatos que resolvam problemas. Foram identificadas iniciativas de criação de aplicativos ou plataformas para a logística reversa de resíduos, bem como, foi realizado um estudo bibliométrico sobre o crescimento da utilização destes aplicativos.

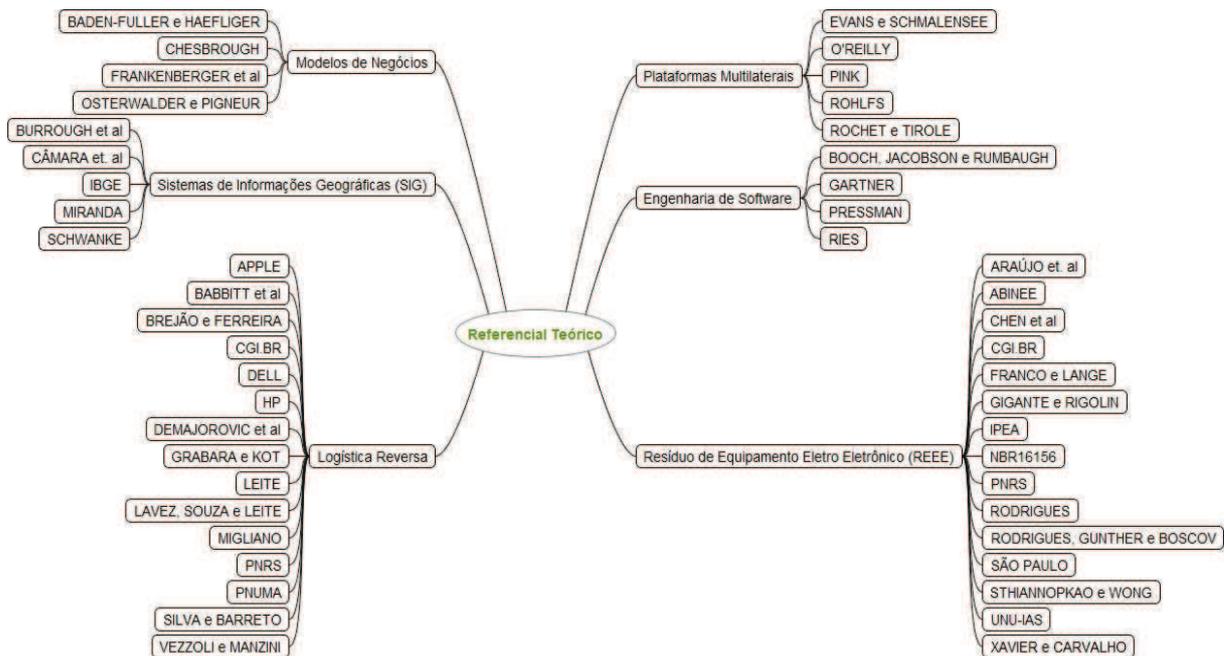
No Capítulo 3 foram discutidos os resultados dos estudos de campo realizados na Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) Instituto GEA – Ética e Meio Ambiente, nas cooperativas Recifavela e Coopernova e na Recicladora A.

O quarto e último capítulo detalha o modelo de negócios para a plataforma multilateral proposta. Finalmente, as considerações finais trazem sugestões sobre a jornada da plataforma após sua implantação inicial e sugestões para futuras pesquisas. Os apêndices incluem o produto final da pesquisa, com os requisitos, as informações sobre a arquitetura e o protótipo da plataforma multilateral para reciclagem de resíduos eletroeletrônicos, denominada REEEcicla.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos: resíduos, logística reversa, modelos de negócios, sistemas de informações geográficas (SIG), plataformas multilaterais e requisitos de software envolvidos na questão de pesquisa e objetivos, como demonstra a Figura 2.

Figura 2 – Estrutura do Referencial Teórico



Fonte: Resultado da Pesquisa

A grande capilaridade e pequena quantidade de REEE gerada em cada consumidor residencial, aliada à falta de informação sobre como descartar este tipo de material tornam a logística reversa de REEE um grande desafio. Para desenvolver uma plataforma multilateral que una as partes interessadas, é necessário analisar o funcionamento da cadeia logística atual.

Durante o detalhamento da pesquisa, o descritor REEE foi adotado como forma de simplificar e unificar os 37 (trinta e sete) descritores identificados em um artigo sobre redes sociais (sendo 17 (dezessete) em língua portuguesa e 20 (vinte) em língua inglesa) (GIGANTE; RIGOLIN; MARCELO, 2012). Para acesso às informações de bases de conhecimento foram utilizados todos os descritores encontrados no artigo.

Ao aplicar os descritores listados por Gigante, Rigolin e Marcelo (2012), na base Google Acadêmico, nem todos retornaram resultados relevantes. A relevância foi medida ao incluir o descritor e verificar a quantidade de artigos retornados pela ferramenta de busca.

Após a coleta da quantidade de artigos, foi aplicado um cálculo percentual para cada descritor. Os descritores com maior relevância no assunto são: *e-waste* e *electronic waste*, com 28,61% e 21,05% dos resultados, respectivamente. O primeiro descritor na língua portuguesa (“lixo eletrônico”) aparece com apenas 1,88% de relevância na busca. Os artigos retornados foram triados com base em seus títulos e resumos. Dos 25 artigos/dissertações considerados relevantes para a pesquisa, nenhum propunha como solução uma plataforma de software. Esta informação confirma a relevância do assunto e a contribuição da pesquisa.

A fundamentação teórica prossegue ao explorar plataformas multilaterais, que auxiliem na proposta de uma nova solução que equilibre as necessidades de cooperativas e catadores, com o despertar do interesse dos geradores de REEE envolvidos dentro de seus recursos econômicos e tecnológicos. A proposta de solução foi desenhada utilizando os conceitos de plataformas multilaterais, requisitos, sistemas georreferenciados e o modelo de negócios desenhado em ferramenta Canvas.

1.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE)

Resíduos Eletrônicos são definidos na NBR16156 (2013) como partes e peças de equipamentos eletroeletrônicos que chegaram ao final da sua vida útil ou teve o seu uso descontinuado.

São exemplos de equipamentos eletroeletrônicos: eletrodomésticos, equipamentos de informática e telecomunicações, equipamentos de iluminação, ferramentas eletroeletrônicas, brinquedos e equipamentos de esporte e lazer, equipamentos eletromédicos, instrumentos de monitoração e controle, dispensadores automáticos e outros (NBR 16156, 2013, p. 3).

Os danos resultantes da exposição a metais pesados, retardantes de chama PPBs (Bifenilas Polibromadas) e PBDE (Éteres Difenílicos Polibromados), entre outros que o manejo incorreto de REEE provoca, devem ser considerados (XAVIER; CARVALHO, 2014). O descarte de maneira inadequada, em lixões clandestinos, expõe os REEE para degradação de forma a contaminar o meio ambiente. Chen et al. (2016) fizeram um estudo em placas de circuito impressos produzidas entre 1996 e 2010. Nele foram identificadas quantidades significativas de metais 27 que podem ser tóxicos, dependendo do manejo. A coleta e o gerenciamento do REEE podem contribuir para evitar impactos ambientais e problemas na saúde pública (CHEN et al.; 2016; BABBITT; WILLIAMS; KAHNAT, 2011). Se corretamente manuseados, os REEE também podem ser uma fonte de rentabilidade

econômica para catadores e empresas dedicadas à logística reversa (LAVEZ; SOUZA; LEITE, 2011).

O foco desta pesquisa se restringe à linha verde (Figura 3), adotando classificação realizada pela Prefeitura Municipal de São Paulo (SÃO PAULO, 2014) que engloba computadores, periféricos e dispositivos móveis. A entidade responsável pela linha verde na cidade de São Paulo é a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) que, em 2013, apresentou proposta de acordo setorial ao governo federal, mas, a definição de um modelo de logística reversa para a linha verde permanece inexistente (ABINEE, 2017). As iniciativas são ainda muito isoladas e têm a adesão de poucos fabricantes. O município de São Paulo possui postos de coletas de REEE, entretanto, não se sabe qual a destinação dada a estes resíduos. Não há informação se os REEE são enviados a recicladoras ou se retornam aos fabricantes. Não há estatísticas sobre quantidades de REEE reciclados, apenas pesquisas locais sobre o volume de geração de REEE em Minas Gerais, segundo Franco e Lange (2011) e em São Paulo, conforme Rodrigues, Gunther e Boscov (2015), que retratam cada um destes grandes centros. Ambas são baseadas em dados do IBGE (BRASIL, 2015) sobre população e geram projeções com base nas vendas e pesos de equipamentos eletroeletrônicos.

Figura 3 – Agrupamento de Produtos Eletroeletrônicos



Fonte: São Paulo (2014)

As pesquisas encontradas na literatura apontam pouco conhecimento dos consumidores sobre os agravos à saúde que os REEE descartados indevidamente podem causar. Existe pouca comunicação à população sobre as formas e também sobre os locais de descarte correto. A desinformação sobre reciclagem de REEEs pode causar a falsa impressão de que a composição química dos produtos pode trazer riqueza em um curto prazo. Um exemplo para desmistificar a crença de que a atividade é altamente rentável é que para cada 100.000 iPhones 6, a Apple recupera apenas 300 gramas de ouro (APPLE, 2017; FRANCO; LANGE, 2011).

A destinação indevida pode ser caracterizada por descarte no lixo comum ou pela destruição parcial do equipamento de forma que os resíduos se espalhem sem controle. Um exemplo é no caso de quebra da tela de monitores CRT (*Cathode Ray Tube*, tecnologia anterior à tela de cristal líquido) para remoção de cobre. Nestes aparelhos existe uma grande quantidade de pó de chumbo que pode ser levada com o vento ou a chuva, caso o vidro que o armazena seja quebrado (BREJÃO; PEREIRA, 2011; FRANCO; LANGE, 2011).

A gestão de resíduos sólidos deve obedecer à seguinte prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição adequada dos rejeitos. Alguns autores dão ênfase aos 3Rs que se referem a: reduzir, reusar e reciclar (MIGLIANO, 2012; STHIANNOPKAO; WONG, 2013). O foco da presente pesquisa é atuar na reciclagem. Nesta atividade, são aplicadas técnicas de disposição de resíduos para evitar o descarte em lixões clandestinos, evitando a contaminação do meio ambiente. Inicialmente, os resíduos sólidos passam por uma triagem (também denominada pré-tratamento ou desmontagem) na qual se separa e classifica os resíduos para reutilização da matéria-prima. No caso de REEE, ocorre o beneficiamento, que pode ser realizado por meio de moagem, separação magnética ou processos metalúrgicos (nos quais os resíduos são tratados por altas temperaturas ou agentes lixiviantes). O refino é o último estágio e pode ser feito com solventes ou eletrodeposição (XAVIER; CARVALHO, 2014). Durante esta pesquisa, não foi encontrada nenhuma indicação de que o refino ocorresse no Brasil. Os resíduos orgânicos passam por compostagem, que é a decomposição biológica de materiais e gera um composto orgânico que é utilizado como fertilizante. Caso o material não possa ser reciclado nem utilizado na compostagem, no caso de resíduos perigosos, por exemplo, pode ser realizada a incineração em altas temperaturas, associada à recuperação energética (SCHWANKE, 2013; XAVIER; CARVALHO, 2014). Contudo, a incineração de REEE traz riscos à saúde caso seu manejo não seja adequado (XAVIER; CARVALHO, 2014).

Na Europa, a diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho refere-se à concepção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia (UNIÃO EUROPEIA, 2009). Considera a existência de disparidades entre a legislação e as medidas administrativas adotadas pelos estados membros da União Europeia (UE). A diretiva constata que os EEE são responsáveis por grande parte do consumo de recursos naturais e de energia, com impactos ambientais em diferentes níveis: ambiental, comunitário e empresarial. As emissões de gases de efeito estufa são diretamente ligadas ao consumo de energia elétrica de tais equipamentos, visto que a maior parte dela, na Europa, vem de fontes não renováveis. A redução de seu consumo também deve ser considerada na concepção do produto (UE, 2009).

A UE transformou em política o que já vem sendo identificado pela comunidade científica: o desenho ecológico de produtos, de forma a facilitar a reciclagem, pode influir em seu impacto ambiental e na economia de custos para empresas e consumidores. O ciclo de vida do produto precisa, desde o início, contemplar todas as etapas da cadeia de produção: desenho para a reciclagem, escolha das matérias-primas, tempo de vida prolongado x obsolescência programada, economia energética, logística e logística reversa. Apesar de a diretiva não incluir os meios de transporte, este é um fator a ser considerado. Os requisitos de desenho devem ser instituídos de forma comunitária. As pequenas e médias empresas devem ser consideradas na concepção ecológica e não apenas as grandes corporações. Para identificar os produtos aderentes à concepção ecológica, deverão levar uma marcação denominada CE e informação associada. A concorrência leal destes produtos deverá ser incentivada (UE, 2009).

Estão previstas na diretiva 2009/125/CE proibições de comercialização de produtos que não estejam em conformidade com o texto aprovado. Os consumidores devem ser orientados sobre como proceder para enviar seus REEE para a reciclagem. A definição de sanções é deixada a cargo dos estados membros, contudo, cada país deverá determinar uma data de implantação das ações contidas na diretiva (UE, 2009).

A diretiva 2012/19/UE do Parlamento Europeu e do Conselho refere-se aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos. Ela altera a diretiva 2002/96/CE e introduz o conceito de poluidor-pagador, que traz a responsabilidade aos poluidores. Por ter constatado que diferentes políticas locais prejudicam a eficácia da reciclagem, a UE desenvolveu esta diretiva com a intenção de fornecer os critérios essenciais da UE para o desenvolvimento posterior de normas específicas para cada país. Os anexos da diretiva contêm procedimentos quanto ao armazenamento e tratamento dos REEE como, por exemplo, proteção contra as intempéries (UE, 2012).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi implantada em 2010 e prevê a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de produto entre consumidores, fabricantes, importadores e comerciantes pela prevenção, redução da geração e, finalmente, o descarte adequado de resíduos (BRASIL, 2010).

1.2 Logística Reversa

A PNRS define, em seu 3º artigo no item XII, que a logística reversa é obrigatória e instrumento de desenvolvimento econômico e social. Trata-se de um conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos (BRASIL, 2010). A Lei 12.300, de 16 de março de 2006, do Estado de São Paulo já antecipava a responsabilidade compartilhada entre fabricantes e consumidores (SÃO PAULO, 2006).

A reutilização de matérias-primas não é prática recente e prova-se economicamente mais interessante do que o desperdício. Embora os custos com logística reversa se aproximem de 6% do faturamento de uma organização, os materiais recuperados por esta atividade podem ser revendidos, trazendo retorno financeiro (LEITE, 2017). Outro fator importante do reuso é a diminuição no custo e esforço de mineração, segundo a UNU-IAS (2015), que são diretamente influenciados pelo design de produto e pela obsolescência programada, visto que o primeiro deve propiciar a reciclagem dos materiais e o segundo acelerar o ciclo de vida dos produtos, aumentando a quantidade de REEE (GIGANTE; RIGOLIM; MARCELO, 2012; RODRIGUES; GUNTHER; BOSCOV, 2015).

A logística reversa é a área da logística que estuda o retorno de produtos e possui grande relação com a gestão da cadeia de suprimentos. É o meio para atuar no fechamento de ciclo de produto e atender às legislações ambientais (RODRIGUES, 2007). É preciso especial atenção aos finais de ciclos de vida, pois, neste momento, os fabricantes e designers já não estão mais envolvidos no processo de um determinado produto. Um produto precisa ter seu descarte previamente planejado (VEZZOLI; MANZINI, 2008).

Para propiciar a logística reversa, o ciclo de vida de produto (Figura 4) deve prever, desde o início, atividades como o design sustentável, que influirá na estratégia de produtos. A escolha dos materiais deve dar preferência aos reciclados e não aos diretamente minerados, se vierem de minas, que sejam as menos poluentes. Ao ser incorporada ao ciclo de vida do produto após a etapa de consumo, a logística reversa pode se configurar em três possíveis destinos: reaproveitamento (quando o equipamento eletroeletrônico tem sua vida útil estendida), reciclagem (das partes metálicas e plásticas) ou coprocessamento (incineração para geração de energia e recuperação dos metais). O material é destinado à doação, caso ainda seja possível estender a vida útil do REEE (SILVA, 2017; SCHWANKE, 2013; BABBITT; WILLIAMS; KAHHAT, 2011).

Figura 4 – Pensamento do Ciclo de Vida

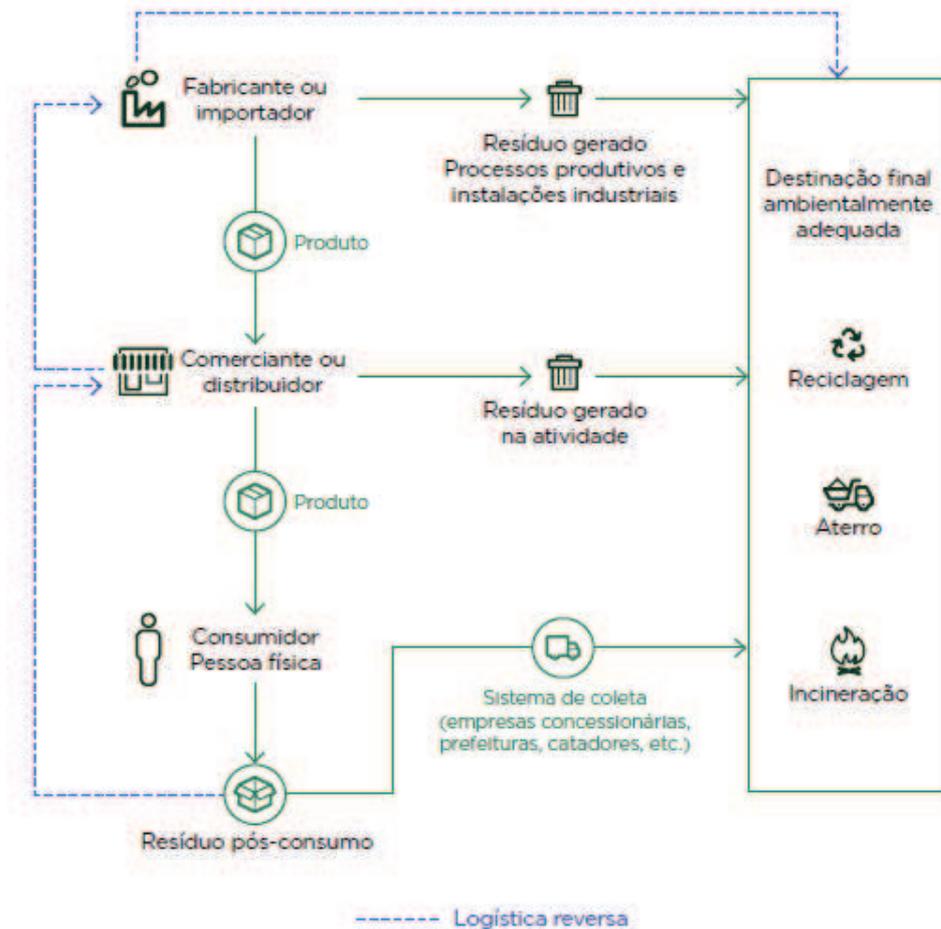


Fonte: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2015)

A fabricante de eletroeletrônicos *Hewlett-Packard* (HP) informa em seu relatório de sustentabilidade ter reparado, no ano de 2016, pouco mais de 5 milhões de unidades de hardware; recuperou 1,25 milhão e reciclou 119.900 toneladas de hardware e suprimentos. A empresa informa ter recebido prêmios das revistas Exame, Época e Isto é. Incluem-se na lista os prêmios ECO Brasil 2015 e Top Sustentabilidade 2013 da Associação dos Dirigentes de Vendas e Marketing do Brasil (ADVMB) (HP, 2016).

A visão da cadeia de valor incluído a logística reversa (Figura 5), demonstra a responsabilidade compartilhada e evidencia os papéis, mas não as responsabilidades de cada parte envolvida no ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos. Está previsto na PNRS que os consumidores devem encaminhar os resíduos sólidos para descarte aos fabricantes e comerciantes, que darão a destinação adequada a estes materiais.

Figura 5 – Responsabilidade Compartilhada



Fonte: PNUMA (2015)

Triturar os materiais é uma técnica que gera perdas, pois recupera uma pequena quantidade e diminui a qualidade original dos materiais, conforme identificado pela fabricante Apple. Esta constatação fez com que a Apple desenvolvesse a ideia de se criar um conjunto de robôs para reciclagem de celulares. Cada robô, denominado Liam, pode desmontar um celular a cada 11 segundos ou 1,2 milhões de celulares ao ano. Em 2015, a quantidade de materiais recuperados pela Apple chegou a cerca de 28 mil toneladas, sendo 10 mil e 500 toneladas de aço, 6 mil toneladas de plástico, 5 mil e 400 toneladas de vidro, 3 toneladas de prata e 1 tonelada de ouro, entre outros resíduos (APPLE, 2016). Trata-se de uma solução com muita capacidade de reciclagem. Porém, se os celulares não forem recebidos pela unidade da fabricante que possui o robô, esta tecnologia não será aproveitada.

O esforço para a realização da logística reversa depende dos fabricantes, do governo, dos consumidores e agentes de toda a cadeia de produção. Mais um aspecto a considerar é que os robôs da Apple ficam localizados nos Estados Unidos e na Noruega. Os deslocamentos dos REEE geram custos que podem tornar a logística reversa economicamente inviável. Se os REEEs puderem ser coletados e processados próximo à sua origem, as chances de viabilidade aumentam. A plataforma multilateral pretende aumentar o volume de REEE atualmente tratado pela logística reversa no estado de São Paulo, depois da fase de pós-consumo.

1.3 Requisitos de Sistema (Engenharia de Software)

Os requisitos de sistema representam um contrato que declara o que se espera de um sistema por quem o utiliza. Eles são documentados em uma entrevista com o usuário do sistema que transcreve suas necessidades de negócio em um modelo padronizado. A forma encontrada para expressar requisitos foi evoluindo juntamente com a engenharia de software. Eles podiam ser expressos em forma de texto em linguagem formal, análise estruturada (essencial) ou *Unified Modeling Language* (UML) (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006). Este conceito amadureceu na engenharia de requisitos e, segundo Pressman (2010, p. 126) “é fornecer a todas as partes um entendimento escrito do problema. Isso pode ser alcançado por meio de artefatos: cenários de uso, listas de funções e características, modelos de análise ou uma especificação”. Eles representam uma ponte para o projeto e para a construção de um software. O resultado do levantamento de requisitos é um conjunto de artefatos que servirão às próximas etapas da engenharia de software que são: desenho da solução, codificação, teste e entrega do software (PRESSMAN, 2010).

Para projetar a materialização de um software, todas as necessidades de negócio, funções, recursos e restrições do projeto são levantadas com o usuário e descritas na forma de diagramas, que são formas de simplificação da realidade. É importante salientar que os requisitos não são o modelo de negócio, mas, uma representação de quais atividades deste negócio serão desempenhadas pelo sistema (PRESSMAN, 2010).

A engenharia de requisitos possui sete tarefas distintas: concepção, levantamento, elaboração, negociação, especificação, validação e gestão. Algumas ocorrem em paralelo e todas são adaptadas às necessidades do projeto. Em projetos de software, elementos de uma etapa podem provocar revisões nas etapas anteriores. Artefatos relativos a requisitos precisam

ser adaptados às características do projeto e às regras de negócio a serem documentados (PRESSMAN, 2010; BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

Embora a utilização da UML também seja aplicável ao desenvolvimento em cascata, no qual há longas etapas de planejamento, implementação, teste e implantação (RIES, 2014), historicamente a UML foi concebida para dar suporte ao desenvolvimento orientado a objetos. A UML não é uma metodologia de desenvolvimento de software (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006). Desta forma, se faz necessária a escolha de um método para o desenvolvimento. O ambiente de incertezas existente nesta pesquisa reforça a opção pela adoção de uma metodologia de desenvolvimento ágil, que trabalha com ciclos curtos de desenvolvimento e preconiza a rápida adaptação a mudanças, cooperação entre desenvolvedores e pessoas que dominam o negócio e a satisfação do cliente (BECK et al., 2001). Ao diminuir o tamanho das entregas, se permite que os erros custem barato e possam ser rapidamente corrigidos (RIES, 2014). Pressman (2006) recomenda a prototipagem do software antes do início da etapa de elaboração. Protótipos auxiliam o engenheiro de software e o cliente a visualizarem o que será construído, evitando desperdício de esforços no desenvolvimento de funcionalidades de forma indesejada. Nesta dissertação, o protótipo desempenhará o papel de produto mínimo viável (*MVP*, na sigla em inglês) no processo construir-medir-aprender apresentado por Ries (2014).

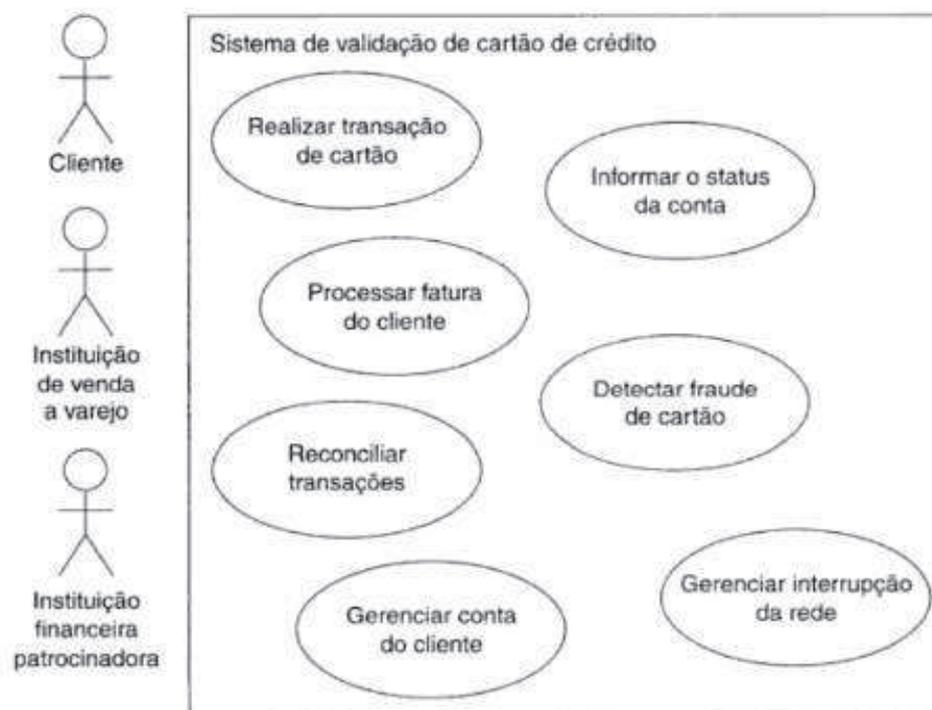
Na UML, há muitos diagramas para representar diversas visões de como deverá ocorrer o funcionamento de um sistema: casos de uso que mostram a ótica do usuário, diagrama de classes que reflete as classes estáticas no sistema, diagrama de componentes que exhibe as dependências entre conjuntos de componentes e diagrama de sequência que mostra as mensagens de maneira temporal. Nem todos os diagramas são aplicáveis a todos os tipos de sistemas a serem desenvolvidos. Nas etapas de análise e design os participantes dos projetos deverão definir quais diagramas serão adotados (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006). Para o desenvolvimento da plataforma multilateral proposta foram escolhidos os diagramas de caso de uso e o diagrama de classes. A implementação da plataforma poderá apontar a necessidade de utilização de outros diagramas.

1.3.1 Diagramas de Casos de Uso

Os diagramas e detalhamentos de casos de uso são a mínima documentação na UML. O caso de uso descreve o sistema da perspectiva do usuário. A Figura 6 apresenta um

exemplo de diagrama de caso de uso, cujo detalhamento de cada comportamento decorrente de interações com o sistema será feito. Do lado esquerdo são apresentados os usuários, chamados atores, que interagem com o sistema sob um conjunto específico de circunstâncias e do lado direito, as funcionalidades do sistema que serão posteriormente desenhadas e irão compor os requisitos do sistema (PRESSMAN, 2010; BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

Figura 6 – Exemplo de Diagrama de Caso de Uso



Fonte: Booch, Rumbaugh e Jacobson (2006)

Para descrever um caso de uso, as seguintes perguntas devem ser respondidas: quais os objetivos dos atores? Quais as pré-condições da história? Quais informações o ator deseja do sistema? Quais tarefas são desempenhadas pelo ator? Quais as exceções a serem consideradas? Quais informações do sistema serão inseridas e modificadas pelos atores? (PRESSMAN, 2010; BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

1.3.2 Diagramas de Classes

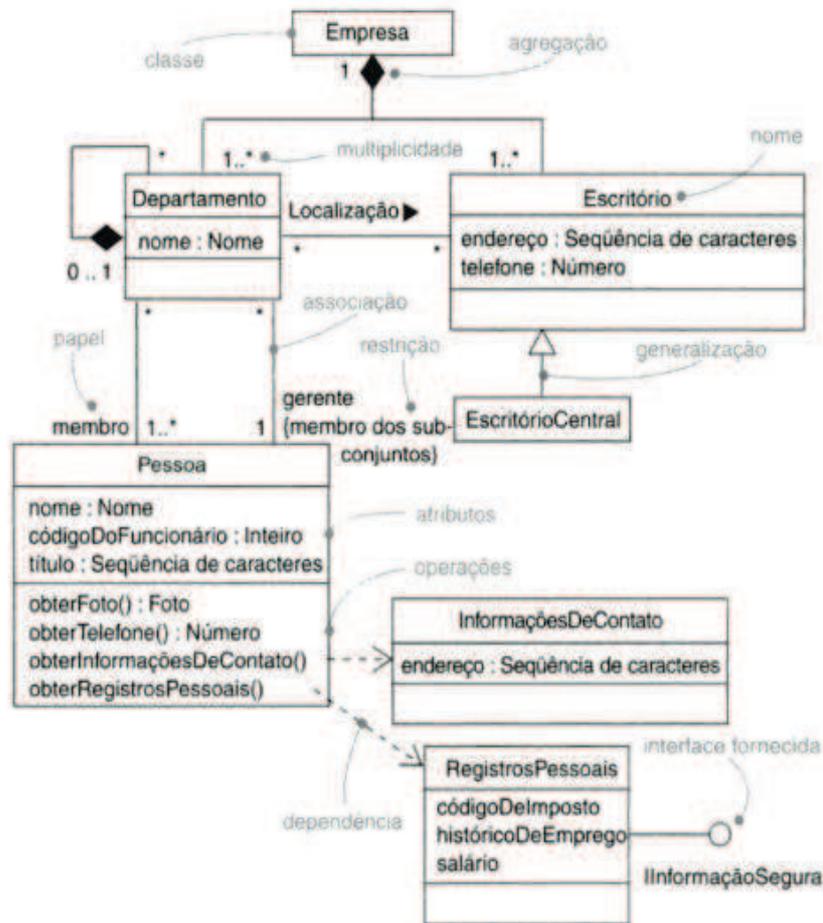
O modelo que representa as classes, interfaces e colaborações com seus relacionamentos é o diagrama de classes, um tipo de diagrama de estrutura da UML. Neste diagrama é representada apenas a visão estática do sistema. Não é possível ver a classe instanciada, por exemplo (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

Os diagramas de classes têm as seguintes notações: classes, interfaces, atributos, métodos e relacionamentos que podem ser: de dependência, generalização ou associação. As classes são modelos conceituais de objetos que compartilham semelhantes atributos que, por sua vez, são propriedades nomeadas que um sistema deverá registrar sobre uma determinada classe (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

No exemplo da Figura 7, a classe empresa está relacionada às classes departamento e escritório. Pelos relacionamentos no diagrama pode-se saber que há classes e departamentos dependentes da empresa, entretanto, não se pode identificar quantos. Apenas a cardinalidade é estipulada. Isto ocorre, pois, o diagrama de classes dá uma visão estática do sistema. O sistema é desenhado de maneira escalável, onde possam existir quantos escritórios e departamentos forem necessários à empresa. Nome, código, título são atributos da classe Pessoa. Como pode-se observar, os atributos já têm seus próprios tipos de dados definidos no modelo conceitual.

A especificação de atributos em classes tem a função de esclarecer o que a classe representa no sistema. Para representar corretamente uma classe, é necessário retornar ao caso de uso, e responder quais itens de dados (compostos e ou elementares) descrevem plenamente a classe, sem que faltem informações para o atendimento dos requisitos (PRESSMAN, 2006).

Figura 7 – Exemplo de Diagrama de Classes



Fonte: Booch, Rumbaugh e Jacobson (2006)

1.4 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) começaram a ser desenvolvidos nos anos 1960, no Canadá. Àquela época o uso não se proliferou devido ao alto custo de equipamentos de mapeamento e processamento dos mapas e complexidade do desenvolvimento de programas. Nos anos 1980, o uso foi popularizado devido ao barateamento e evolução da computação. As primeiras aplicações no Brasil se iniciaram em 1982 na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), na MaxiData Tecnologia e Informática Ltda., no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD) e, finalmente, no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) que desenvolveu sua

própria solução de código aberto, denominada SPRING (Sistema para Processamento de Informações Geográficas) (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2011).

Os SIG são definidos como “um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos” (BURROUGH; MCDONNELL; LLOYD, 2015, p.3). Suas aplicações variam desde o gerenciamento de cidades, de redes elétricas e de telefonia a aplicações para criação de rotas em celulares, gerando uma enorme quantidade de dados (BURROUGH; MCDONNELL; LLOYD, 2015).

Para representar a geografia, os SIGs fazem uso de abstrações herdadas do sistema geodésico de referência, com o uso de coordenadas, escalas e projeções cartográficas para realizar a navegação. Os elementos básicos necessários a um mapeamento são: pontos, linhas e polígrafos. Com estes elementos, é possível projetar qualquer mapa. Cada um destes elementos possui atributos que os identificam como, por exemplo, o tipo de ponto que pode ser um poste, um veículo ou uma residência. As linhas podem representar rios, rodovias ou até rotas. Já os polígonos, podem representar qualquer área delimitada, como uma propriedade, uma determinada área a ser estudada ou um município (SCHWANKE, 2011).

A plataforma multilateral proposta se beneficiará do uso de SIGs para localizar as Cooperativas e Consumidores mais próximos, diminuindo os custos da logística reversa de REEE, aumentando as chances de a atividade se tornar economicamente viável.

É importante salientar que quanto mais alimentados com informações estiverem os bancos de dados dos SIGs, maior será a sua qualidade. Portanto, os SIG também se utilizam do conceito de redes de Rohlf (1974).

1.5 Modelo de Negócios e Canvas

O termo modelo de negócios começou a surgir na imprensa no final dos anos 90. Desde então, tem levado uma atenção significativa do meio corporativo e acadêmico. Atualmente, há muitas pesquisas relacionadas ao tema, todavia sem consenso. Em geral, o modelo de negócio pode ser definido como uma unidade de análise para descrever o funcionamento do negócio de uma empresa. Mais especificamente, o modelo de negócio é, muitas vezes, descrito como um conceito abrangente que toma conhecimento dos diferentes componentes de que um negócio é constituído e os reúne como um todo. Companhias conhecidas como inovadoras no mercado não criaram apenas novos produtos, tecnologias ou

serviços, mas sim um novo modelo de negócios (OSTERWALDER; PIGNEUR; TUCCI, 2005; FRANKENBERG et al., 2013; BADEN-FULLER; HAEFLIGER, 2013). A tecnologia em si não traz valor. Porém, seu valor será percebido se ela servir como meio para viabilizar um bom modelo de negócio (CHESBROUGH, 2010).

Desenvolvido em colaboração por 470 pessoas em 45 países e compilado por Osterwalder e Pigneur (2010), o metamodelo Canvas detalhado, conforme segue, é uma solução rápida para modelagem ou inovação de negócios. A ideia da modelagem em Canvas surgiu em uma dissertação sobre inovação em modelos de negócios de Alexander Osterwalder, orientada pelo professor Yves Pigneur em 2004. Desde então, ambos escreveram mais de 20 artigos relacionados ao tema. Para testar o metamodelo, foram criados oito protótipos, testados por colaboradores em mais de 9.000 horas de trabalho desde o início da pesquisa.

Neste metamodelo, os principais aspectos de uma nova ideia foram simplificados e podem ser vistos em uma única folha de papel dividida em nove blocos, desenvolvidos e lidos da esquerda para a direita:

- **Parcerias-chave:** são parceiros e fornecedores que colocam em funcionamento o modelo de negócios. Alianças são feitas para maximizar a escala de negócios, reduzir as incertezas e aquisição de recursos-chave.
- **Atividades-chave:** neste bloco são descritas as principais atividades a serem executadas para que o modelo de negócio funcione. São as ações mais importantes para o sucesso de uma empresa. Estas atividades podem ser classificadas em: produção, solução de problemas e de plataforma. Esta última classificação diz respeito às ligações que uma plataforma pode estabelecer entre partes interessadas.
- **Recursos-chave:** são os principais recursos necessários ao funcionamento de um modelo de negócios. São os elementos essenciais à entrega da proposta de valor. Estes recursos podem ser financeiros, físicos, intelectuais ou humanos. Podem ser de propriedade da empresa, emprestados por parceiros-chave ou alugados.
- **Estrutura de custos:** o bloco descreve os custos decorrentes da operação do modelo de negócios para a criação de valor aos clientes. A importância deste bloco está na atenção que deve ser dada à eficiência dos custos gerados. Entretanto, em alguns modelos de negócio o valor é mais relevante do que o custo. Podem ser consideradas economias em escala e de escopo.

- Proposta de valor: os clientes escolhem um concorrente caso seus problemas não sejam resolvidos. A proposta de valor é a solução adequada aos problemas do cliente. Algumas proposições de valor podem ser inovadoras de forma disruptiva. Outras podem ser semelhantes a soluções existentes, mas com características e atributos adicionais. As propostas de valor podem ser ligadas à redução de riscos, customização/personalização, acessibilidade, preço reduzido, status da marca ou desempenho melhor do que o das propostas concorrentes.

- Relacionamento com clientes: descreve os relacionamentos que uma empresa estabelece com seus clientes. A empresa deve descrever o tipo de relacionamento que deseja ter com cada segmento de clientes. Os relacionamentos influenciam, de maneira profunda, a experiência do cliente.

- Segmentos de clientes: um modelo de negócios pode definir um ou mais clientes que deseja alcançar ou servir. Sem clientes rentáveis, uma empresa não pode sobreviver por muito tempo. Por este motivo, a decisão de quais clientes atender deve ser a mais importante de um modelo de negócio. A rentabilidade e as necessidades de cada cliente podem ser distintas. Cada um pode ter canais de atendimento e entregas de valor específicos. Isso gera segmentações de clientes. O modelo Canvas prevê clientes em plataformas multilaterais (mencionadas no tópico 1.6 da fundamentação teórica). De acordo com Osterwalder e Pigneur (2010) é preciso representar todos os lados envolvidos para que o modelo de negócios funcione.

- Canais: indicam como uma companhia se comunica com seus clientes. Devem ser meios para entregar a proposta de valor. Como qualquer canal de comunicação, devem ser criados da maneira que mais se adeque à forma que o cliente deseja se comunicar. Estes meios de comunicação podem ser diretos ou indiretos, por meio de parceiros. Canais de parceiros tem menor margem, mas podem ter maior abrangência entre os clientes. Já os canais diretos, podem ter uma margem maior e custos igualmente elevados. É necessário equilibrar os diferentes tipos de canais para maximizar as receitas e a experiência do cliente.

- Fontes de receitas: este bloco representa a receita vinda de cada cliente ou proposta de valor. Uma empresa deve se questionar qual valor cada segmento de clientes está disposto a pagar. Cada resposta gera uma fonte diferente de receitas. Os mecanismos podem ser diferentes para cada proposta de valor. As entradas de receitas podem ser por venda de ativos,

taxas por uso, assinaturas mensais, aluguéis, leilões, negociações, licenciamento, taxas de corretagem ou anúncios.

O metamodelo Canvas é adequado às novas modelagens de negócios que requerem agilidade. Com um grupo de pessoas contribuindo é possível montar um modelo de negócio, em um curto espaço de tempo, sem a necessidade de análises demoradas, atendo-se apenas ao que tem relevância na tomada de decisão de prosseguir ou não com uma ideia. Inspirado nas divisões do cérebro entre lado esquerdo (racional) e lado direito (emocional), o metamodelo Canvas reflete em seu lado esquerdo a eficiência e em seu lado direito o valor gerado pelo modelo de negócios proposto.

A quantidade de testes e pesquisas realizada no metamodelo, a adaptação a plataformas multilaterais e a simplicidade de seu resultado final, fizeram-no ser escolhido para o desenho do modelo de negócios da plataforma lateral proposta nesta pesquisa.

1.6 Plataformas Multilaterais

Plataformas Multilaterais, também conhecidas como *Multisided Platforms*, tem como principal característica o fato de ligarem um ou mais grupos com um determinado objetivo a outros grupos com interesses complementares (EVANS; SCHMALENSEE, 2016).

Para compreender tais plataformas, é necessário se desprender de conceitos econômicos e modelos de negócios muito arraigados na cultura da sociedade. Na economia tradicional, orientada por negócios bilaterais, não é lucrativo vender um produto abaixo de seu custo. A nova economia multifacetada mostra que todas as partes podem compor um preço e o negócio pode ser viável, mas, nem sempre a inovação será bem recebida. O aplicativo Uber causou protestos de taxistas em São Paulo e outras cidades. Até o presente momento é difícil compreender como um modelo de transporte com o mesmo nível de qualidade, com preço inferior ao dos táxis é economicamente viável em uma empresa que não possui um único veículo. A monetização deste serviço parece misteriosa, pelo fato de a precificação criar pouco, ou em alguns casos nenhum, ônus financeiro para uma das partes. Esta é uma qualidade da nova economia que está se configurando. Para captar usuários, a plataforma Uber possui um sistema de indicação que fornece vouchers para corridas gratuitas (EVANS; SCHMALENSEE, 2016).

As bases para a nova economia não vêm de conhecimentos novos, mas de uma nova abordagem da utilização do efeito de redes. Chips de computadores mais poderosos, a Internet

e seus protocolos, redes de comunicação de alta velocidade e as novas tecnologias móveis são apenas meios para acelerar e ampliar esta qualidade. De acordo com Rohlfs (1974), quanto mais pessoas conectadas a uma rede, mais valiosa ela se torna para cada uma delas. Quando as redes têm múltiplos polos de atividades, algumas pessoas precisam ter mais tendência para um tipo de atividade e outras para o outro da rede. Por exemplo, algumas pessoas devem gostar mais de telefonar e outras de receberem telefonemas ou, no caso do YouTube, algumas pessoas devem preferir postar vídeos e outras assistirem. Isso proverá um equilíbrio da rede (EVANS; SCHMALENSEE, 2016). Algumas das plataformas multilaterais usarão todos os princípios do conceito de redes de Rohlfs e outras, apenas alguns. Não existe uma fronteira que segregue os que adotam o conceito dos que não adotam. Trata-se de uma adaptação a cada necessidade de negócio.

Aproveitar a inteligência coletiva é outra característica em comum das plataformas multilaterais. Os meios para tal são da utilização de hyperlinks, que podem ser comparados às sinapses dos neurônios por fornecer ligações que sustentam a atividade coletiva. Posteriormente, o Google fortaleceu as ligações com um robô de agrupamentos e ordenações por palavras-chave e número de acessos. A empresa usa a colaboração de usuários que fazem buscas, filtram e-mails indesejados, fornecem sua localização no mapa e avaliam produtos e estabelecimentos para alimentar suas redes neurais que aprendem e melhoram os resultados para os próximos usuários. Sites como Flickr e Instagram instituíram um complemento conhecido como hashtag, que são marcações de palavras-chave. As grandes como eBay e Amazon mudaram o paradigma de vendas utilizando a colaboração de seus clientes com opiniões e colocando-os para concorrer entre si por melhores preços (EVANS; SCHMALENSEE, 2016).

Como observado no Quadro 1, em cada lado das plataformas ou negócios multilaterais pode ou não haver uma remuneração, pois o incentivo nem sempre é ligado à remuneração. Organizações com negócios multilaterais podem gerar mais lucro em um lado do que em outro, dependendo dos interesses de cada parte na rede. No caso de portais de busca, por exemplo, os usuários que procuram por conteúdo não são cobrados por suas buscas. A parte que subsidia o negócio são os anunciantes, que serão inseridos nos resultados das buscas. Um jornal impresso é um exemplo de como este tipo de plataforma é antigo: anunciantes desejam expor seus produtos, vagas de emprego ou serviços, jornalistas desejam noticiar fatos e leitores desejam ler notícias, eventualmente sabendo que encontrarão anúncios de que possam se interessar. As transações financeiras originadas da impressão e venda de jornais podem ser denominadas de negócios multilaterais. A imprensa é a parte que unifica as demais partes

interessadas. Organizações com somente dois lados, onde há apenas fornecedor e cliente, como a *Bayerischer Motoren Werke AG*, a BMW, precisam se preocupar apenas como quão sensíveis são seus clientes ao preço do produto. A sensibilidade ao preço pode ser testada em pequenos lançamentos ou em pesquisas de mercado (EVANS; SCHMALENSEE, 2016).

Quadro 1 – Receita em Plataformas Multilaterais

| Plataforma Multilateral | Lados Investidores | Lados Subsidiados | Preço típico no lado subsidiado |
|------------------------------------|---|---|--|
| Consoles de Vídeo Games | Fabricantes de jogos pagam royalties. | Consumidores pagam custo marginal ou inferior por consoles. | Abaixo do custo |
| Sistemas Operacionais para PC | Usuários de computador pagam direta ou indiretamente ao fabricante. | Desenvolvedores não pagam taxas de acesso à <i>Application Programming Interface</i> (APIs). Apenas pagam uma taxa nominal por um kit de desenvolvedor. | Gratuito |
| Jornais Impressos | Anunciantes pagam. | Leitores usualmente pagam menos que o custo marginal de impressão e distribuição. Alguns não pagam nada. | Abaixo do custo |
| TV aberta | Anunciantes pagam. | Telespectadores não pagam. | Gratuito |
| Cartões de Crédito | Estabelecimentos pagam por transações. | Consumidores não pagam por transações e, algumas vezes, ganham milhagem. | Negativo |
| Shopping Centers | Lojas pagam. | Consumidores não pagam, em shoppings há cobranças pelo estacionamento, mas ocasionalmente, há eventos gratuitos. | Gratuito ou negativo |
| Imobiliárias ou corretores nos EUA | Vendedores pagam comissão. | Compradores não pagam. | Gratuito |
| Intercâmbio de capital | Os tomadores de liquidez pagam comissão. | Fornecedores de liquidez normalmente são subsidiados. | Negativo |
| Mercados online | Vendedores geralmente pagam comissão. | Compradores geralmente não pagam. | Gratuito |
| Sites de emprego online | Empregadores pagam para anunciar vagas de emprego. | Empregados não pagam para procurar vagas. | Gratuito |
| Páginas amarelas | Empresas pagam para entrar na lista. | Consumidores não pagam. | Gratuito |
| Ferramentas de busca | Empresas pagam para exibir propagandas. | Usuários não pagam pelas buscas. | Gratuito |
| Casas noturnas | Homens pagam. | Mulheres normalmente entram de graça e ganham descontos em bebidas. | Abaixo do custo ou gratuito |

Fonte: Adaptado de Evans e Schmalensee (2016)

Para definir a precificação em plataformas multilaterais, é necessário responder a três perguntas:

- Quão sensível é cada grupo ao preço? Na Internet, por exemplo, consumidores são altamente sensíveis a cobranças, mesmo que sejam apenas centavos.
- Qual parte precisa da outra, por que precisa e quanto precisa? Esta pergunta define as relações entre os lados interessados na plataforma. A resposta influenciará na estrutura de precificação.
- Alguma parte controla quando iniciará a interação? Uma plataforma multilateral não funciona sem a adesão de uma das partes. Por isso, é importante identificar qual das partes controla as interações para prover maiores incentivos à sua adesão.

Um dos fatores que podem explicar o sucesso de plataformas multilaterais é que o desejo de colaborar é inerente ao ser humano, contudo, seu sucesso parece mais controverso ainda quando a Wikipédia é comparada à Microsoft Encarta que era uma enciclopédia na qual escritores profissionais eram pagos por construir verbetes. Em 31 de Outubro de 2009 a Encarta foi desativada. Enquanto isso, a Wikipédia, que se utilizou de colaboradores que escreviam apenas por diversão, tinha mais de 17 (dezessete) milhões de artigos em 270 línguas (PINK, 2011). As redes sociais Facebook, Instagram, Snapchat e Twitter também se utilizam destes princípios. A Wikipédia surgiu da controversa ideia de que pessoas poderiam colaborar para construir uma enciclopédia na qual todos pudessem editar um verbete sem especialização necessária (O'REILLY, 2007).

1.7 Situação Atual

O Estado de São Paulo está situado na região sudeste do Brasil. Segundo estimativa do IBGE (2017), possui 45.094.866 habitantes e cerca de 14.884.808 domicílios. A pesquisa TIC Domicílios 2015 indica uma tendência de aumento no número de residências com computador, presentes em 59% das residências da região sudeste do Brasil (CGI.BR, 2015). Segundo a ABINEE (2017) após a crise econômica, o setor de produção de eletroeletrônicos recuperou-se e atingiu em 2017 novamente os mesmos volumes de 2015, o que indica o alto potencial de geração de REEE neste estado.

Atualmente, a logística reversa dos REEE gerados é realizada por catadores de recicláveis que vendem os materiais obtidos em ferros-velhos ou cooperativas. No Estado de

São Paulo há cerca de 80.000 catadores, que representam 20,5% das pessoas que desempenham esta atividade em todo o país. Eles tendem a morar próximos a grandes centros urbanos devido à alta oferta de materiais nestes locais. A remuneração média de um catador em 2010 era de R\$ 571,56 por mês. De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2013), apenas 10% dos catadores estão organizados em cooperativas. Muitos preferem ter autonomia para organizar sua jornada de trabalho e não compreendem que a cooperativa é gerida por eles mesmos. A associação em cooperativas não é uma prioridade, pois o foco destes catadores está em suas necessidades imediatas de sustento. Independente destas condições, a OSCIP Instituto GEA juntamente com o Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática, da Universidade de São Paulo (CEDIR-USP) deu o primeiro passo iniciando uma ação para capacitar cooperativas de catadores a reciclar REEE. O objetivo principal dos treinamentos era aumentar a renda das cooperativas e garantir que a reciclagem diminuísse o risco de contaminação dos catadores. Antes dos treinamentos, os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos eram guardados em depósitos nas cooperativas, até que elas soubessem como dar-lhes destinação adequada. Após os treinamentos, os resíduos foram triados e vendidos. Contudo, como relata Portela (2015), os resíduos não chegam às cooperativas em volumes significativos.

1.7.1 Trabalhos Relacionados com Aplicativos

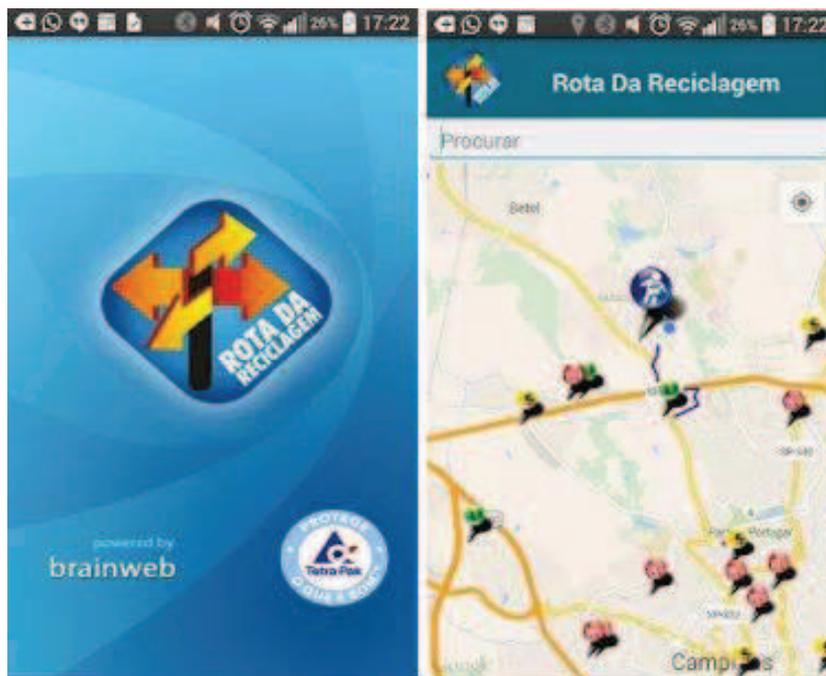
Inicialmente, foi realizado um mapeamento de plataformas e aplicativos com objetivos semelhantes ao desta pesquisa. Como resultado, constatou-se que a maioria destes funciona no modelo de plataformas bilaterais, apenas ligando o consumidor ao ponto de entrega. Essa maioria atua localizando os pontos de entrega ou catadores, fornecendo seus dados para contato fora da plataforma, deixando de coletar informações importantes como a quantidade de interações, o volume de REEE destinado, os valores praticados por recicladoras, entre outras. Enfim, não foi identificada uma plataforma multilateral que realizasse a interação entre todas as partes envolvidas: OSCIPs, Cooperativas, Catadores, Fabricantes e Consumidores. Durante o mapeamento não foi possível evidenciar o modelo de negócio das plataformas/aplicativos pesquisados.

1.7.1.1 Rota da Reciclagem

O aplicativo Rota da Reciclagem criado pela Tetrapak, fornecedora de embalagens de produtos longa vida, indica locais para reciclagem de diversos materiais. Estes locais podem ser: pontos de entrega voluntária (PEV), cooperativas de reciclagem ou empresas que compram estes materiais. A empresa é uma das pioneiras na criação de plataformas para mapeamento de locais de entrega de recicláveis.

A tela inicial do aplicativo para celular (Figura 8) desta plataforma exibe um mapa onde indica as entidades cadastradas. É possível buscar o local ou o nome do ponto de entrega desejado. Ao tocar no ponto exibido no mapa, o aplicativo mostra dados de contato do ponto de entrega, os materiais que este recebe e as notícias relacionadas.

Figura 8 – Telas do Aplicativo Rota da Reciclagem



Fonte: Resultado da Pesquisa

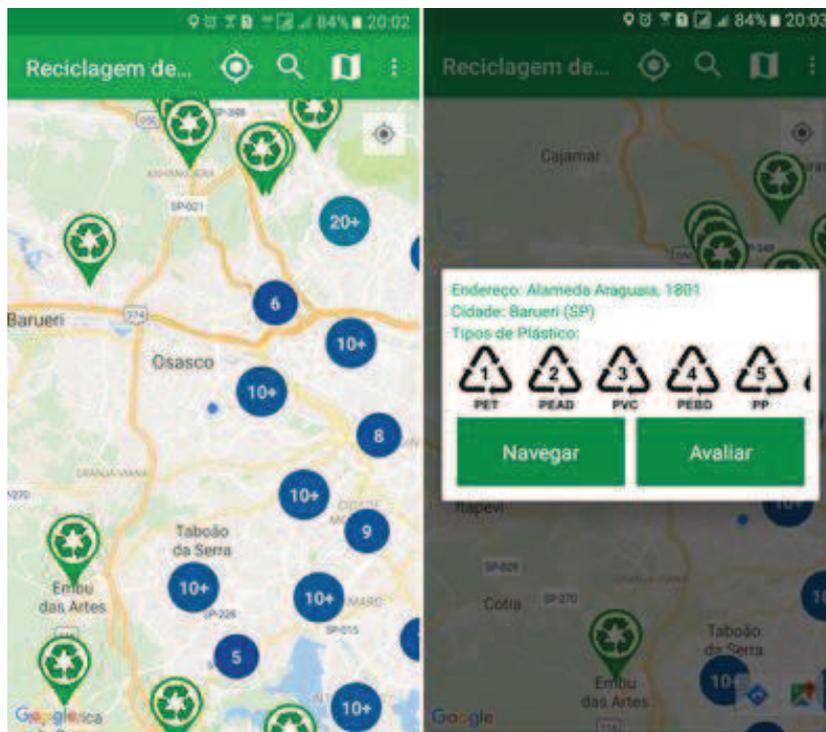
A solicitação de coleta dos materiais não é realizada por meio do aplicativo, porém, a plataforma fornece os dados para contato com o ponto de entrega. O cadastro de entidades para entrega de recicláveis está disponível apenas pelo site “www.rotadareciclagem.com.br.” Podem ser cadastrados: cooperativas, comércios de recicláveis, pontos de entrega voluntários

e prefeituras. No aplicativo, cada ponto é identificado no mapa por ícones com cores diferenciadas. Em seu site, a plataforma informa que recebeu premiações em 2008 e 2009.

1.7.1.2 Reciclagem de Plásticos

Reciclagem de Plásticos (Figura 9) é um aplicativo especializado apenas neste tipo de resíduo. Como os demais aplicativos analisados, este também faz uso de mapas. Nele há apenas funcionalidades de busca, avaliação do local e navegação (chamada feita a um aplicativo de mapas). Ao tocar em um ponto de entrega, é exibida uma caixa com o endereço para entrega e os tipos de plásticos aceitos. Uma limitação é o aplicativo não fornecer dados de contato por telefone ou e-mail do ponto de entrega. O consumidor pode apenas criar uma rota para o local ou avaliá-lo. Porém, não é possível para o consumidor visualizar a nota do local.

Figura 9 – Telas do Aplicativo Reciclagem de Plásticos

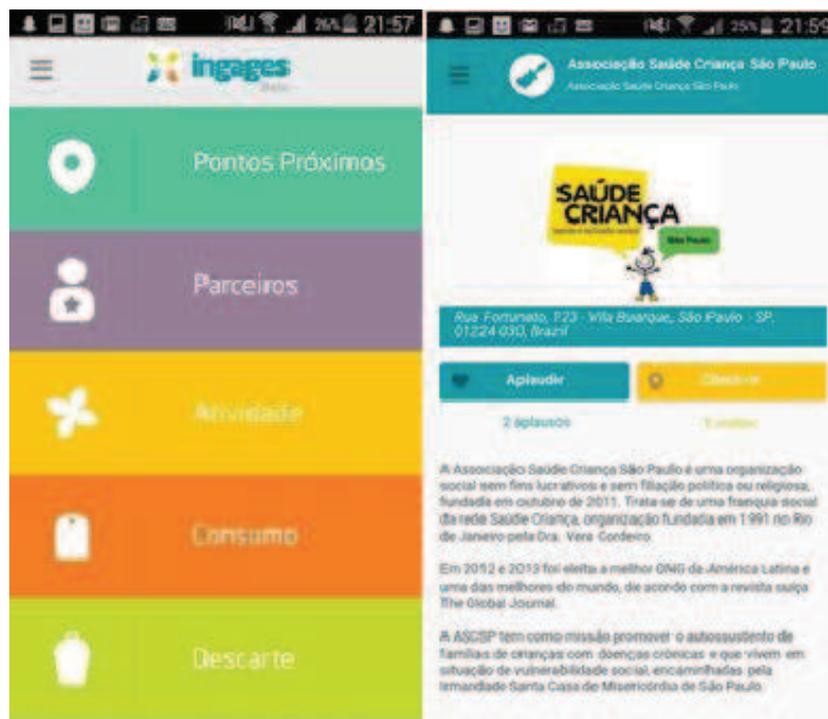


Fonte: Resultado da Pesquisa

1.7.1.3 Ingages

Durante a utilização, a plataforma Ingages (Figura 10) deu indícios de não estar mais ativa. O site está com o domínio “www.ingages.com” à venda e o aplicativo não conecta mais à plataforma. Por imagens ainda existentes na loja de aplicativos da Google, é possível visualizar algumas das funcionalidades. A plataforma indicava pontos de descarte mais próximos, porém, só exibia um mapa (por meio de integração com o Google Maps) para indicar a rota até o local. Foi incluído um sistema de avaliação de pontos, com um botão chamado Aplaudir e um registro de visitas com um botão de Check-in. Era possível realizar o agendamento de doação por meio da plataforma.

Figura 10 – Telas do Aplicativo Ingages

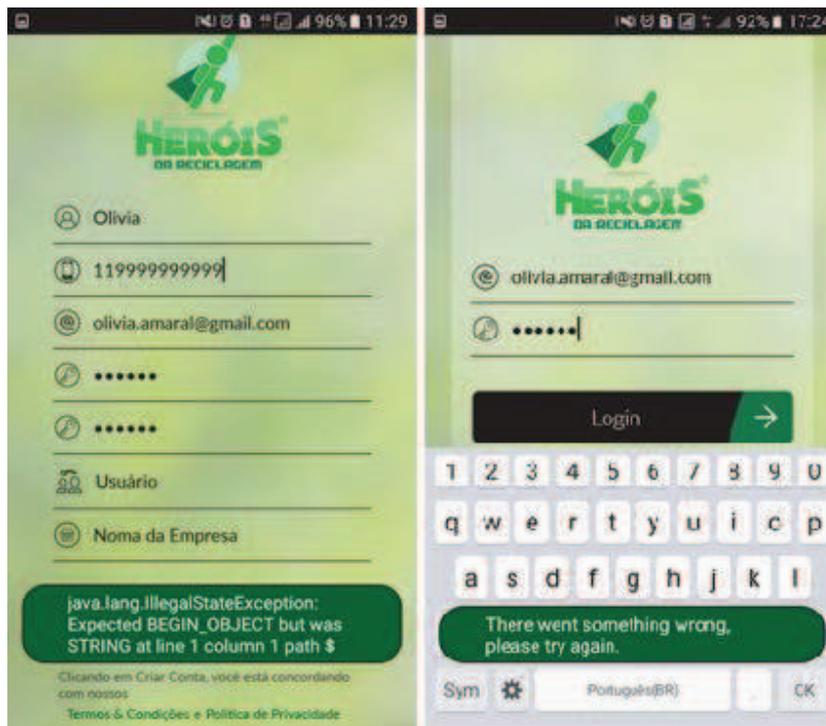


Fonte: Resultado da Pesquisa

1.7.1.4 Heróis da Reciclagem

O aplicativo Heróis da Reciclagem tem o objetivo de envolver catadores, recicladoras, comércios de reciclagem e fabricantes. Entretanto, não foi possível avaliar o aplicativo além da tela inicial. O mesmo não permite a navegação antes que seja cadastrado um usuário. A funcionalidade de registro solicita dados obrigatórios: nome, telefone, e-mail, uma senha e o tipo de usuário (usuário ou coletor) e o nome da empresa, se houver. Ao clicar no botão de cadastro (Figura 11), foi exibida a mensagem de erro sem tratamento: “java.lang.IllegalStateException: Expected BEGIN_OBJECT but was STRING at line 1 column 1 path \$”. Desta forma, não foi possível prosseguir na avaliação.

Figura 11 – Telas do Aplicativo Heróis da Reciclagem

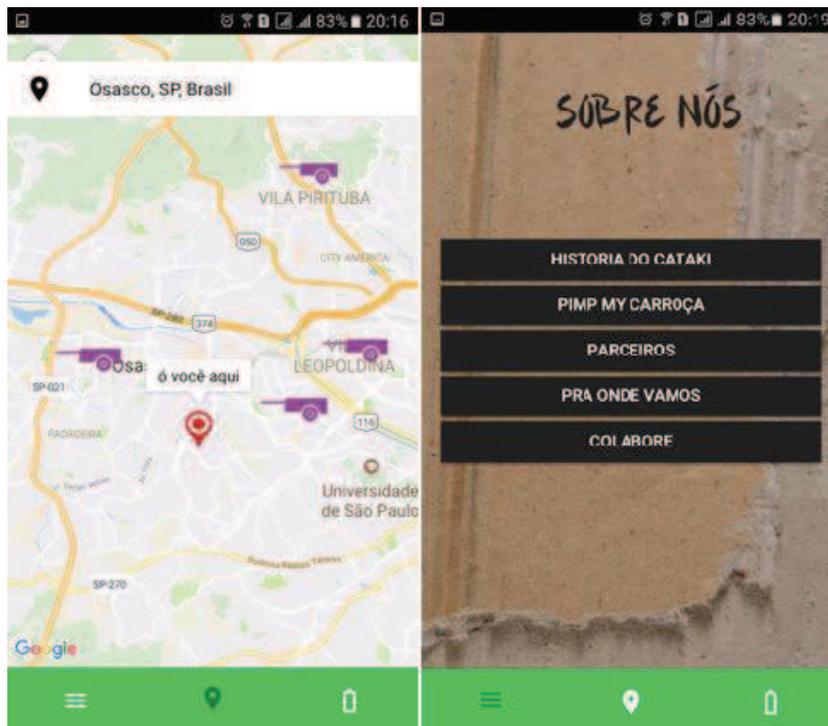


Fonte: Resultado da Pesquisa

1.7.1.5 Cataki

Com objetivo muito semelhante ao da proposta desta pesquisa, o aplicativo Cataki exibe os pontos no mapa onde há catadores cadastrados. Ele se diferencia do aplicativo proposto, pelo fato de indicar os coletores no lugar das cooperativas. Uma diferença adicional em relação à plataforma proposta por esta pesquisa, é que é possível entregar aos catadores qualquer tipo de material reciclável como: alumínio, vidro, papel, plástico, metal, eletrônicos, baterias e outros. A iniciativa é do artista Mundano que, no movimento *Pimp my Carroça*, tem realizado a inclusão social de catadores por meio de *grafitti* em carroças. Até o momento, 851 carroças foram pintadas. O aplicativo Cataki (Figura 12) conta com patrocínios e colaborações de uma empresa fabricante de tintas, uma fábrica de software, um provedor de hospedagem de sites e OSCIPs.

Figura 12 – Telas do Aplicativo Cataki



Fonte: Resultado da Pesquisa

No site da OSCIP Cataki é aplicado o conceito de *gamefication* para aumentar a base de catadores cadastrados. Há o anúncio de uma campanha para o cadastro de catadores, na qual uma determinada recompensa é dada dependendo da quantidade de catadores

cadastrados. O catador é validado pela OSCIP para garantir a qualidade do cadastro e a isenção da premiação. São solicitadas informações que facilitam o contato com o catador para aumentar suas coletas.

A quantidade de downloads (Quadro 2) do aplicativo é muito pequena em relação à população com smartphones. Foram consideradas apenas plataformas presentes no sistema operacional Android, devido a este possuir maior capilaridade em celulares de baixo custo (GARTNER, 2017). O aplicativo Cataki teve um rápido aumento nos downloads, provavelmente relacionado à sua grande exposição na mídia. Todos os aplicativos foram identificados como plataformas bilaterais, o que pode explicar a baixa adesão.

Quadro 2 – Capilaridade dos Aplicativos de Reciclagem de Resíduos

| Plataforma | Última atualização | Quantidade de Downloads | Ativo |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------|
| Rota da Reciclagem | 16 de julho de 2015 | 1.000 a 5.000 | Sim |
| Cataki | 13 de outubro de 2017 | 1000 a 5.000 | Sim |
| Heróis da Reciclagem | 14 de outubro de 2016 | 500 a 1.000 | Não |
| Ingages | 23 de agosto de 2015 | 100 a 500 | Não |
| Reciclagem de Plásticos | 17 de julho de 2017 | 100 a 500 | Sim |

Fonte: Resultado da Pesquisa

Conforme constatado na literatura, apenas plataformas multilaterais, com um modelo de negócios adequado, poderão equilibrar as necessidades de todas as partes envolvidas na logística reversa de REEE, pelo fato de sustentarem um modelo de negócios que atenda a todos os interesses (EVANS; SCHMALENSEE, 2016).

1.7.2 Trabalhos Relacionados – Fabricantes

Em alguns dos fabricantes pesquisados, foram identificados procedimentos de logística reversa. O fabricante Dell, divulga em seu site um vídeo e um documento com o procedimento para que o consumidor embale o equipamento e agende uma retirada. A HP e a Positivo também possuem indicações semelhantes ao consumidor. Não foi localizado

procedimento para o fabricante ACER. Em todos os sites de fabricantes procurados, o link para devolução de equipamentos era de difícil acesso, comumente em letras pequenas no final do site ou necessitando de vários cliques na busca. Em geral, para proceder com a devolução do REEE, o consumidor deverá entrar em contato com a central de atendimento do fabricante e solicitar uma retirada. O fabricante informará ao fornecedor o procedimento para embalagem do equipamento e fará o agendamento para retirada (referência).

1.7.3 Trabalhos Relacionados – OSCIP's

As Organizações Não Governamentais (ONGs) ou Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIPs) têm desempenhado um papel importante na conscientização e educação ambiental.

A diferença nos conceitos ocorre apenas na nomenclatura. Isso se dá devido ao fato de OSCIPs serem o nome aprovado na lei do terceiro setor no Brasil (BRASIL, 1999). As atividades de ONGs e OSCIPs não diferem, portanto. Por meio de educação não formal, fazem campanhas, treinamentos e ações que promovem interações entre a iniciativa privada, o governo e a comunidade. No Brasil, há aproximadamente 2.000 ONGs/OSCIPs ligadas ao meio ambiente, cujo objetivo principal é estimular a consciência crítica, fundamental à sustentabilidade. Além da capilaridade, as ONGs/OSCIPs possuem particularidades que as permitem trabalhar com diferentes públicos e temas. Sua flexibilidade e agilidade as fazem capazes de conscientizar a população mais rapidamente do que as instituições de educação formal (TRISTÃO; TRISTÃO, 2016). Devido a esta capacidade de influência, é possível entender que as ONGs/OSCIPs podem atuar como entidade reguladora e certificadora na plataforma multilateral proposta.

O Instituto GEA, está adequado na lei do terceiro setor e será denominado OSCIP a partir deste trecho da pesquisa. Foi escolhido para estudo de campo pela sua condução do projeto Eco-Eleto, ao capacitar as cooperativas na realização da triagem e destinação adequada dos REEE. A OSCIP possui vários projetos, todos ligados à coleta seletiva de resíduos e reciclagem. Atuam em parceria com: Ambiental Mercantil, LASSU-USP, POLI-USP, CAIXA e Movimento Colméia SP. Os profissionais do Instituto GEA são voluntários (INSTITUTO GEA, 2017).

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de estabelecer uma organização na pesquisa, foi definido um método. As etapas que seguem apresentadas não foram sequenciais, pois houve diversas iterações para aperfeiçoamento de cada etapa, a cada novo fato identificado. A pesquisa de campo, por exemplo, provocou alterações nos artefatos que foram inicialmente concebidos após a fundamentação teórica.

São as etapas nas quais o método desta pesquisa foi elaborado:

1. A definição da natureza do objeto desta pesquisa é tecnológica, um tipo de pesquisa aplicada, neste caso, com o objetivo de materializar um protótipo de software (SOUZA et al., 2013). Freitas Júnior et al. (2014), em sua investigação sobre a diferenciação entre pesquisa científica e tecnológica, ao confrontarem as teorias dos autores relacionados ao assunto, concluíram que a tecnologia é a aplicação de técnicas à luz do conhecimento científico. Enquanto a pesquisa científica se volta ao avanço do conhecimento científico, a pesquisa tecnológica se preocupa com a criação de artefatos que solucionem problemas. Tais artefatos podem ser físicos ou intelectuais (FREITAS JÚNIOR et al., 2014).

2. A forma de abordagem escolhida foi qualitativa. Escolhe-se este enfoque “quando buscamos compreender a perspectiva dos participantes (indivíduos ou grupos pequenos de pessoas que serão pesquisados) sobre os fenômenos que os rodeiam, aprofundar em experiências, pontos de vista, opiniões e significados” (SAMPIERI; CALLADO; LUCIO, 2013, p. 376).

3. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica para a fundamentação teórica envolvendo os temas: requisitos e engenharia de software, logística reversa, resíduos eletroeletrônicos, sistemas de informação geográfica (SIG) e modelos de negócios e plataformas multilaterais. As referências foram obtidas com base nos descritores relacionados aos REEE indicados em Gigante, Rigolim e Marcelo, (2012), triados por resumo, palavras-chave e ano de publicação. O fichamento das referências foi realizado no software Mendeley.

4. O procedimento escolhido foi um estudo de campo, com o objetivo de levantar os requisitos necessários à plataforma multilateral, identificar os lados da plataforma multilateral e compreender como funciona o descarte de REEE para criar uma solução aplicável à realidade das partes interessadas. A condução foi em forma de imersão não sequencial em duas cooperativas de catadores, uma recicladora (que representa alguns fabricantes de

eletrônicos) e uma ONG, com observações inquisitivas e holísticas, habilidades sociais e técnicas de aproximação. Exigiu cuidado com nosso papel e as modificações que as visitas desta pesquisadora pudessem provocar. Foram aplicados questionários semiestruturados e todos os resultados registrados em forma de diagramas, mapas, fotos e quaisquer demais formas de registros possíveis (SAMPIERI; CALLADO; LUCIO, 2013). Fabricantes de computadores e periféricos forneceram relatórios de sustentabilidade, nos quais informam sobre como realizam a logística reversa de REEE. Os resultados da pesquisa em campo (registros, fotos e figuras) foram organizados e armazenados em nuvem no Google Drive.

5. O resultado obtido em campo refletiu o mapeamento da cadeia de valor dos produtos eletroeletrônicos, realizados na fundamentação teórica, para a compreensão das etapas de descarte e identificação de pontos de ruptura. O estudo buscou responder como os fabricantes realizam a logística reversa de REEE e seu nível de adequação à PNRS, informação incluída no subcapítulo 1.7 intitulado “Situação Atual”. A bibliografia levantada e os resultados do estudo de campo foram utilizados na elaboração do modelo de negócio de uma plataforma multilateral denominada REEEcicla.

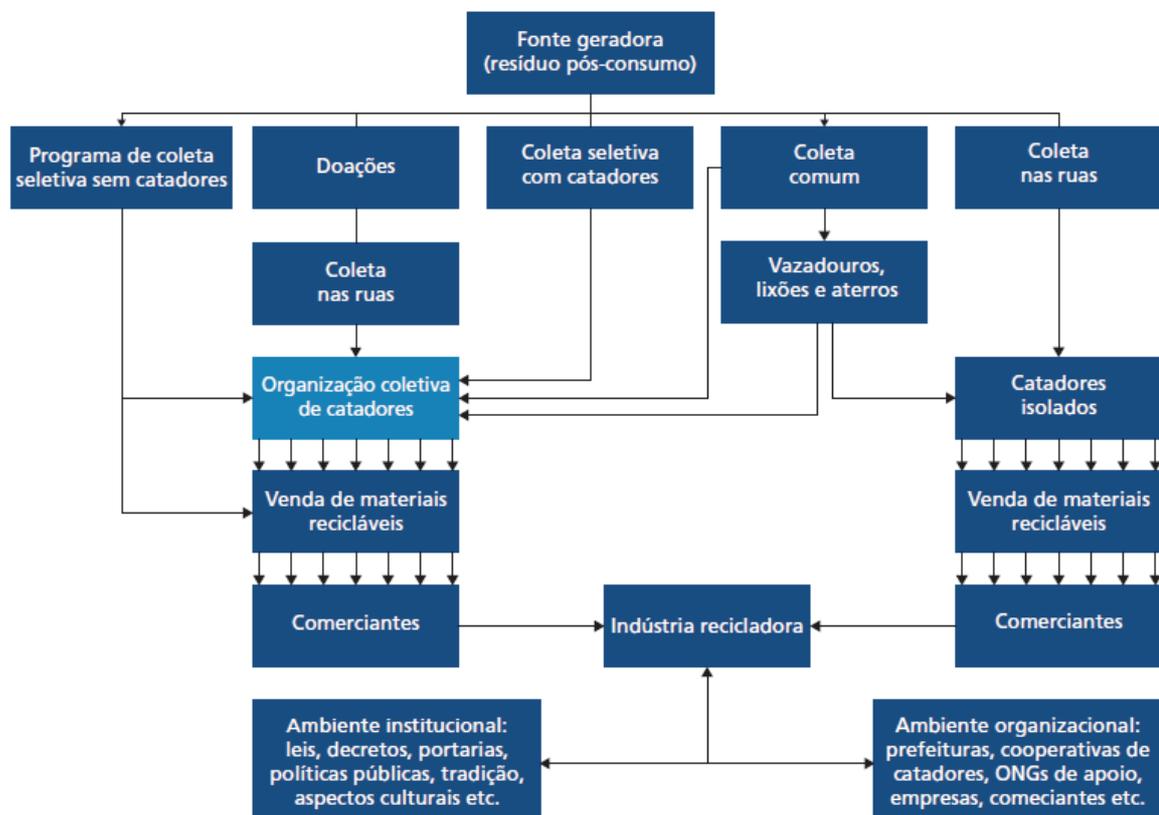
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção descreve as observações realizadas em campo e inclui uma proposta da solução com modelo de negócio. Posteriormente, os resultados obtidos se reverterão no protótipo da plataforma multilateral proposta.

3.1 Estudo de Campo

Foram realizadas visitas em duas cooperativas para mapeamento e validação dos requisitos da plataforma multilateral proposta. As cooperativas são: Recifavela e Coopernova. Esta seção relata as informações obtidas durante a pesquisa em campo nestas cooperativas e os contatos com fabricantes e recicladoras.

Figura 13 – Cadeia de Valor da Reciclagem



Fonte: IPEA (2010)

As cooperativas são parte da cadeia de valor da reciclagem (Figura 13). Elas coletam os materiais com recursos próprios, por meio de doações ou de coleta seletiva das prefeituras. De posse dos materiais recicláveis, realizam a triagem por tipo de resíduo. Após agruparem os materiais, os revendem a comerciantes (IPEA, 2010). Na Figura 14, foram identificados alguns dos preços praticados por comerciantes intermediários. É possível observar que as tabelas de preços não seguem uma padronização, sendo que os comerciantes trabalham com alguns materiais triados (desmontados e separados), outros inteiros (sem desmontagem). Os preços podem ser por unidades ou por peso, o que aumenta a dificuldade na tomada de decisão de venda. Esta situação se agrava à medida que tabelas de preços são lançadas periodicamente por diversos comerciantes e recicladoras com as quais as Cooperativas têm contatos comerciais.

Figura 14 – Exemplos de Preços Praticados por Comerciantes de Reciclagem

| | | | | 11/05/2017 | |
|--------------|------------|------------|--|------------|---------------|
| MATERIAL | PESO/UND | R\$ KG/UND | | R\$ | |
| TV | 27 | R\$ 3,00 | | R\$ | 81,00 |
| CARREGADOR | 20,7 | R\$ 0,50 | | R\$ | 10,35 |
| DRIVE | 13,7 | R\$ 0,20 | | R\$ | 2,74 |
| PLACA MARROM | 46,2 | R\$ 0,60 | | R\$ | 27,72 |
| NOBREAK | 24,3 | R\$ 1,50 | | R\$ | 36,45 |
| TECLADO | 13,1 | R\$ 0,20 | | R\$ | 2,62 |
| TOTAL | 145 | | | R\$ | 160,88 |

| | | | | 04/09/2017 | |
|-----------------|------------|------------|--|------------|-----------------|
| MATERIAL | PESO/UND | R\$ KG/UND | | R\$ | |
| PLACA LEVE | 11,8 | R\$ 14,50 | | R\$ | 171,10 |
| PLACA MÃE COLOR | 11,5 | R\$ 10,50 | | R\$ | 120,75 |
| TV | 70 | R\$ 3,00 | | R\$ | 210,00 |
| PLACA PESADA | 19,2 | R\$ 2,60 | | R\$ | 49,92 |
| PLACA MARROM | 44,5 | R\$ 0,60 | | R\$ | 26,70 |
| IMPRESSORA GRDE | 17 | R\$ 15,00 | | R\$ | 255,00 |
| IMPRESSORA PQNA | 6 | R\$ 5,00 | | R\$ | 30,00 |
| CARREGADOR | 106,6 | R\$ 0,50 | | R\$ | 53,30 |
| MOUSE | 20,8 | R\$ 0,20 | | R\$ | 4,16 |
| TECLADO | 70,3 | R\$ 0,20 | | R\$ | 14,06 |
| TELEFONE | 144,3 | R\$ 1,00 | | R\$ | 144,30 |
| TOTAL | 522 | | | R\$ | 1.079,29 |

| INFORMATICA | | | | 29/09/2017 | |
|--------------|-------------|------------|--|------------|---------------|
| MATERIAL | PESO/UND | R\$ KG/UND | | R\$ | |
| CELULAR | 33,3 | R\$ 15,00 | | R\$ | 499,50 KG |
| CARREGADOR | 15 | R\$ 8,00 | | R\$ | 120,00 UN. |
| CPU | 2 | R\$ 80,00 | | R\$ | 160,00 UN. |
| TOTAL | 50,3 | | | R\$ | 779,50 |

Fonte: Resultado da Pesquisa

Durante os levantamentos em campo foi identificado que se forem gerados grandes volumes de material reciclável, as cooperativas podem vendê-los diretamente às indústrias recicladoras. Catadores independentes também podem vender materiais às cooperativas, todavia, nem todas aceitam trabalhar com catadores que não sejam associados àquela cooperativa. O catador é o primeiro ponto na triagem, fazendo a seleção inicial de materiais mais evidentes. Este é um trabalho informal que pode ser realizado nas ruas ou nos lixões (LEITE, 2017).

3.1.1 Recifavela

Localizada no bairro de Vila Prudente, na cidade de São Paulo, a Recifavela foi fundada em 2007 e realiza a triagem e direcionamento de resíduos de metal, plástico, vidro, alumínio e REEE. Membros da Recifavela participaram dos treinamentos do projeto ECO Eletro, ministrados pelo Instituto GEA. A cooperativa também promove eventos para integrar a comunidade. Os eventos realizados são ligados à reciclagem e atividades culturais como doações de livros para sua biblioteca, brinquedos para as crianças da comunidade vizinha etc.

O material chega por caminhões contratados pela prefeitura de São Paulo para a coleta seletiva de lixo. A coleta também é realizada com veículo próprio, que percorre a mesma rota com 17 quilômetros, duas vezes ao dia. O roteiro é divulgado no site da cooperativa (RECIFAVELA, 2017). O abastecimento ocorre por meio de catadores associados, mas, como observado, em menor volume.

Após a chegada do material reciclável na cooperativa, estes são destinados a uma área de descarga, que fica próxima à esteira de triagem (Figura 15). Dois cooperados movem o material da grande pilha formada para a esteira. Nela, cerca de 10 a 12 cooperados classificam os materiais e os depositam em recipientes. Posteriormente, o material é prensado e pesado. Ao se acumular a quantidade necessária para venda, a respectiva recicladora é acionada. Antes de acionar a recicladora, os cooperados verificam quais delas oferecem os melhores valores por quilo ou unidade de material reciclável. Há um setor especializado em REEE, com uma sala decorada meticulosamente por todo tipo de equipamento eletroeletrônico antigo, como um museu.

Figura 15 – Esteira de Triagem de Recicláveis



Fonte: Resultado da Pesquisa

Nesta cooperativa, grandes geradores CGI.BR (2016b), empresas que ao trocar seus parques de computadores geram uma grande quantidade de REEE, recebem cobranças pelas coletas. O valor das cobranças não foi informado.

3.1.2 Coopernova

Criada em 1999, mas registrada apenas em 2008, a Coopernova localiza-se em Cotia, município da região metropolitana de São Paulo. Nela, trabalham 35 em uma área com 250 m². Conforme informações em seu site, a cooperativa preparou para reciclagem 170 toneladas de materiais no segundo semestre de 2016. Um fator que destaca a Coopernova é que ela declara em seu site a sua missão e seus objetivos, em forma de visão (COOPERNOVA, 2017). Ao visitar a Cooperativa é possível observar várias referências ao Instituto GEA. Segundo relatos dos cooperados, foram aproveitados os conhecimentos obtidos nos treinamentos sobre eletrônicos para melhorar a triagem de diversos outros materiais. Foram criados procedimentos para triagem, criada a obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e a cooperativa é muito limpa. Os materiais não são vendidos a

atravessadores e a cooperativa emite nota fiscal para a revenda dos materiais para reciclagem. A coleta conta com uma rede com quatro pontos de entrega na cidade de Cotia, inclusive em dois supermercados da rede Pão de Açúcar. Há caminhões próprios com rotas predefinidas e caminhões de coleta da prefeitura de Cotia. Esta cooperativa não atua com catadores, apenas com cooperados que moram nas redondezas da associação. Além disso, há parcerias com o Instituto GEA, Correios, Camil, entre outros.

A Coopernova chama a atenção pela organização dos materiais e a limpeza do ambiente. Na Figura 16, é possível observar os materiais triados separados em sacos de rafia denominados *bags*. A organização das placas é acordada com as recicladoras e aumenta o valor de aquisição dos materiais.

Figura 16 – Separação dos Componentes de Computadores



Fonte: Resultado da Pesquisa

Outro diferencial da cooperativa é a didática. Todos os cooperados receberam capacitação do Instituto GEA. Para reforçar o conteúdo dado no treinamento, foi montado um painel de consulta visual que identifica cada tipo de peça (Figura 17). No painel, foram afixadas peças de computador como: cabos flat, teclados, placas-mãe, unidades de disco, fontes de alimentação, entre outras. O reconhecimento das peças facilita na triagem dos equipamentos, aumentando o valor de venda dos materiais.

Figura 17 – Painel para Identificação dos Componentes de Computadores



Fonte: Resultado da Pesquisa

3.1.3 Fabricantes de Computadores e Periféricos

A pesquisa nos fabricantes foi realizada apenas com os que responderam as tentativas de contato. Quanto aos demais fabricantes, as informações mencionadas nesta pesquisa foram obtidas em seus relatórios de sustentabilidade, divulgados anualmente. Foram feitas diversas tentativas de contato com fabricantes, porém, sem retorno das centrais de atendimento às solicitações de visita. A fabricante HP, única que respondeu à solicitação de visita, encaminhou o pedido a uma recicladora terceirizada que nos recebeu em suas instalações. A recicladora (a partir de agora, denominada Recicladora A) presta serviço a vários fabricantes, desta forma, pode ser utilizada para representar o que ocorre com estes. Mais informações contidas nos relatórios de sustentabilidade foram utilizadas na fundamentação teórica.

3.1.3.1 Apple

O relatório de sustentabilidade da Apple (2017) informa ser um de seus objetivos fechar o ciclo de suprimentos no qual os produtos serão construídos apenas com recursos renováveis ou materiais recicláveis. Este objetivo deve ser atingido encorajando consumidores a enviarem para reciclagem seus eletrônicos antigos no programa *Apple Renew*. No Brasil, o

consumidor deve enviar um e-mail ou ligar para a central de atendimento do fabricante para receber uma etiqueta de postagem pré-paga. É necessário apagar os dados do eletrônico antes do envio. Após o recebimento dos eletrônicos, a Apple procede com a desmontagem e destinação adequada do material, utilizando novas técnicas de reciclagem pesquisadas na própria empresa. O fabricante entende que se trata de um esforço conjunto entre comunidade, governo, recicladoras e fabricantes.

Neste relatório não foram detalhadas as quantidades de equipamentos reciclados por este fabricante. Há apenas informações sobre economia de energia elétrica.

3.1.3.2 Dell

A Dell é uma fabricante que produz notebooks e computadores na cidade de Hortolândia, em São Paulo. A sustentabilidade começa com o reaproveitamento dos resíduos de produção (a uma taxa de 99%), utilização de placas solares para geração de energia elétrica em suas fábricas e coleta de água de chuva. A reciclagem é feita com parceiros que não foram informados no relatório de sustentabilidade, e não puderam ser localizados durante esta pesquisa. Após a parceria, a taxa de reciclagem aumentou de 82 para 99%. Porém, esta taxa se restringe aos resíduos da etapa de pós-produção do ciclo de vida do produto, não aos resíduos do final de vida útil dos equipamentos.

A Dell não informa a quantidade de REEE que recicla no Brasil. Entretanto, ressalta a restrição de que apenas 13% dos REEE são enviados à reciclagem e mantém sua meta para utilizar cerca de 25 mil toneladas de plástico reciclado em seus produtos até 2020 (DELL, 2017).

3.1.3.3 HP (*Hewlett Packard*)

Com diversos produtos eletrônicos em seu portfólio como: computadores, notebooks, impressoras e até cartuchos, a fabricante HP (*Hewlett Packard*) realiza a logística reversa de seus equipamentos sem custos adicionais para o consumidor. A devolução de cartuchos e tonners de impressoras pode ser realizada por dois meios: entrega em lojas autorizadas ou coleta no local. Ao informar o *Código de Endereçamento Postal* (CEP) do consumidor no site da HP, este indica os locais mais próximos para entrega dos REEE. A coleta no local tem

uma quantidade mínima de 5 unidades para cobrir os custos da logística reversa. Quanto a equipamentos, a HP direciona o consumidor para o site (<http://www.sincbr.com.br/external-hardware>). O primeiro passo é preencher um formulário com a quantidade, peso e o tipo de equipamentos a serem retornados. Posteriormente, o formulário é enviado à Recicladora A para agendamento da coleta com seus operadores logísticos.

3.1.4 Recicladoras

O relato a seguir descreve informações obtidas no relatório de indicadores (referência) e durante a visita em campo à Recicladora A. Esta empresa foi encontrada após contato com a fabricante HP, que informou ter sua reciclagem realizada por meio deste parceiro, que possui as principais certificações ambientais.

A Recicladora A, localizada em Sorocaba - SP, foi visitada em 23 de janeiro de 2018. Seu principal foco é ser um centro de inovações em sustentabilidade. Tal objetivo é atingido por meio de desenvolvimento de tecnologias para transformação de resíduos eletroeletrônicos novamente em matéria-prima, baseado em quatro pilares estratégicos:

- P&D (Pesquisa e Desenvolvimento): análises dos materiais e feedbacks aos fabricantes associados para melhorias no ciclo de vida de produtos.
- Educação: conscientização da comunidade em economia circular e reciclagem.
- Logística reversa: conectar o usuário final com a recicladora, operação da reciclagem.
- Fábrica: remanufatura de plásticos reciclados.

Segundo a Recicladora A, são recebidas cerca de 3.000 ordens de serviço ao mês, sendo 60% do estado de São Paulo e 11% do estado do Rio de Janeiro. As demais quantidades são originadas do restante do Brasil. Cerca de 96% do material é reciclado, sendo a maior parte composta por plásticos. Os 4% que não podem ser reciclados como, por exemplo, espuma ou restos de tinta são vendidos à indústria de alumínio como combustível. A capacidade da recicladora é processar 3.000 toneladas de REEE por mês em 3 turnos de trabalho. Atualmente, apenas um terço desta capacidade é consumido. Entre os clientes, estão fabricantes de eletrônicos e empresas grandes geradoras.

Os consumidores solicitam a retirada de REEE pelo site dos fabricantes associados à recicladora. Os pedidos são direcionados ao software Atlassian JIRA, por meio de ordens de serviço (OS). As OS são recebidas pelo operador de transporte, que efetua o agendamento para o operador logístico responsável pela região onde ocorreu a OS. Caso o peso do material seja inferior a 30 quilos, o consumidor é orientado a enviar os REEE pelos correios. Todas as coletas são concentradas no *hub* logístico da Recicladora A.

A triagem tem início no recebimento dos materiais na doca da recicladora. A doca é equipada com leitores de identificação por rádio frequência (RFID) que já identifica os produtos que possuem etiquetas inteligentes. Após a descarga na doca, os lotes seguem para pesagem com o objetivo de manter o balanço de massa por toda a cadeia de reciclagem. Do início ao final da linha de reciclagem, os REEE são segregados e rastreados por cliente da Recicladora A.

A próxima etapa da triagem é a remoção das embalagens; estas ao serem removidas são classificadas e prensadas. Este já é o fim da linha de triagem para estes materiais que são enviados para reciclagem. Neste ponto, a maior parte dos materiais é composta por: madeira, papelão e isopor.

Após a remoção das embalagens, os REEE são inseridos para triagem na linha denominada Remanufatura Reversa. Nesta linha ocorre a segregação dos materiais em: plástico, aço, classe I (materiais perigosos), placas eletrônicas, vidro e materiais não metálicos.

Após a triagem, os discos rígidos retirados dos computadores são enviados ao desmagnetizador modelo PROTON T-4 (Figura 18) para garantir a segurança da informação. Esta etapa é denominada Descaracterização. Nela também são removidas as etiquetas com números seriais de software e quaisquer dados que possam identificar os equipamentos.

Figura 18 – Equipamento para Desmagnetização de Discos Rígidos



Fonte: Resultado da Pesquisa

Os metais e vidros são embalados para envio à reciclagem após a descaracterização. Cabos de energia são inseridos em uma máquina que separa o cobre do isolamento. O cobre é picado e enviado à reciclagem. Os plásticos são separados por cores e levados à moagem. Plásticos brancos são lavados. Os demais vão direto para a extrusora, que os transforma em filamentos que são enrolados e picados em pequenos pedaços. Esta preparação é necessária para o envio à máquina injetora, que molda novas peças para serem utilizadas.

Do material reciclado, 70% são plásticos, processados na própria recicladora. As placas encontradas são exportadas para Canadá e Alemanha, pois no Brasil ainda não há recicladores de placas eletrônicas.

Ao final do ciclo, os fabricantes que contratam os serviços da Recicladora A recebem laudos atestando a destinação adequada dos REEE.

3.1.5 OSCIP Instituto GEA

Em visita ao Instituto GEA, foi levantado que há pessoas atuando no atendimento e treinamento a cooperativas. O projeto Eco-Eleto, que capacitou as cooperativas em São Paulo e outros estados a triar os REEE para destiná-los à reciclagem, aconteceu em duas fases, sendo a primeira entre 2011 e 2012 e a segunda entre 2014 e 2015. O patrocínio do projeto foi realizado pela Petróleo Brasileiro S.A (PETROBRAS), por meio de um programa denominado “Desenvolvimento e Cidadania”.

Os treinamentos foram realizados no Laboratório de Sustentabilidade (LASSU), da Escola Politécnica (POLI-USP), com um módulo teórico que esclarecia os agravos à saúde decorrentes da manipulação incorreta de REEE, como organizar melhor a cooperativa, os elementos de triagem como esteiras, bags, como proteger o material da ação do tempo e, finalmente, a identificação das peças de um computador e seu valor no mercado de reciclagem. No módulo prático, os cooperados eram apresentados às ferramentas para montagem e desmontagem de computadores, foram ensinados a testar computadores para verificar se estes poderiam ser reaproveitados e a desconectar, reconhecer e segregar cada peça de um equipamento eletrônico da linha verde.

3.2 Características do Modelo de Negócios para Suportar a Plataforma Proposta

Para criar uma solução adequada, com base na literatura e nas pesquisas em campo, optou-se por desenhar um modelo de negócios que levasse em consideração cada lado da plataforma multilateral, respondendo às perguntas: Quão sensível é cada grupo ao preço? Qual parte precisa da outra, quanto e quando? E, finalmente, se alguma parte controla quando iniciará a interação?

O lado das cooperativas é o mais sensível a preço, dada à condição econômica que os fez optar pela atividade de reciclagem. Este lado considera os custos logísticos muito altos e mais uma oneração desmotivaria a participação das cooperativas, causando desequilíbrio na rede. Por estas razões, tal parte não será onerada financeiramente pela plataforma. O incentivo das cooperativas é coletar mais REEE para obter lucro da venda do material triado. Desta forma, é um lado que depende do consumidor para receber resíduos eletroeletrônicos.

Os consumidores são o lado que controla as interações. Eles podem ser divididos entre grandes geradores e usuários domésticos. O incentivo do usuário doméstico será feito por meio de conscientização dos riscos à saúde relacionados ao descarte de REEE no lixo comum e dos benefícios de contribuir com as cooperativas, que dão destinação correta a estes resíduos. A satisfação de contribuir com a natureza e com a comunidade devem ser os principais incentivos. Quanto aos grandes geradores, muitos computadores inativos em uma empresa ocupam espaço que poderia ser utilizado e acabam gerando custos à própria empresa. Para obter a facilidade da retirada por parte da cooperativa, os grandes geradores são mais propensos a pagar pelo serviço de retirada.

Ao analisar o material fornecido por fabricantes, é possível identificar que a logística reversa está prevista por alguns. Infere-se que é uma parte não sensível a preço, uma vez que são grandes empresas e implantariam programas de logística reversa apenas se embutissem seus custos no preço dos equipamentos.

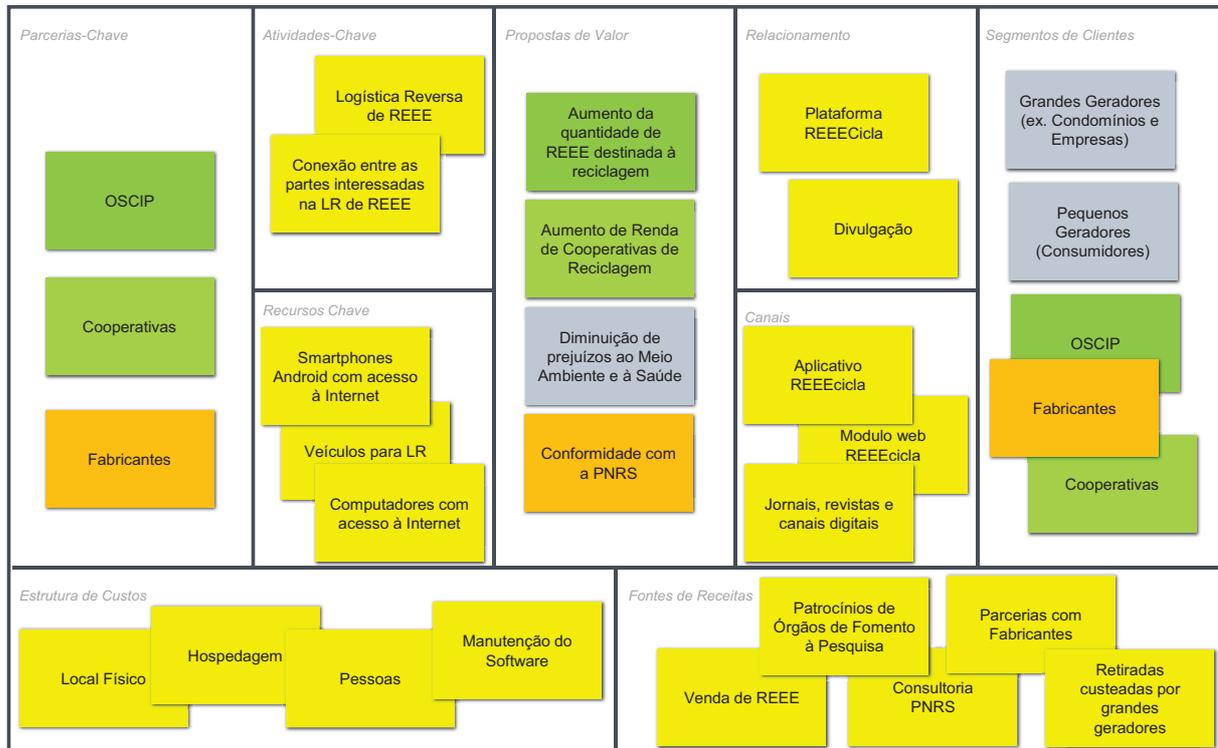
A OSCIP será um moderador entre as interações de cada lado. Sua responsabilidade será controlar a qualidade das coletas realizadas dando treinamentos às cooperativas. Igualmente, será de responsabilidade da OSCIP, verificar se uma cooperativa cadastrada realmente existe. Para esta parte serão criados relatórios com o fluxo de doações e de coletas realizados.

No futuro, todas as interações financeiras serão controladas pela plataforma. Ao realizar a transferência do dinheiro do fabricante/recicladora para a cooperativa, a plataforma descontará sua remuneração da plataforma.

Para todas as partes, a solução tecnológica foi cuidadosamente planejada para trazer uma experiência que fidelize o usuário à plataforma REEEcicla. As interfaces com o consumidor são feitas de forma que ele dispenda pouco tempo para fazer as doações.

Por fornecer uma visão rápida sobre a atratividade da plataforma multilateral, foi adotada a ferramenta Canvas (Figura 19), que mostra o modelo de negócio de maneira simplificada, em apenas uma página em formato A4. O benefício desta visualização é o rápido entendimento de aspectos críticos em um modelo de negócios, que possibilita decisões mais rápidas e assertivas. A adesão à plataforma será bem-sucedida caso atenda satisfatoriamente às propostas de valor. Tais propostas se aplicam às parcerias-chave e aos clientes, que serão os lados que a plataforma deverá conectar.

Figura 19 – Canvas da Plataforma Multilateral Proposta



Fonte: Resultado da Pesquisa

O modelo proposto prevê parcerias-chave com cooperativas para operação da logística reversa de REEE, fabricantes que devem incentivar financeiramente e divulgar as propostas de valor e ONGs para treinar novas cooperativas e moderar a plataforma multilateral. Os recursos-chave para atingir os objetivos são veículos das cooperativas (motorizados ou carroças) e smartphones de baixo custo. As atividades-chave da plataforma são a logística reversa em si e a ligação entre as partes interessadas que trazem valor aos consumidores e empresas, por meio de diminuição de prejuízos ao meio ambiente, o aumento da captação de REEE e de renda de cooperativas e a conformidade com a PNRS dos fabricantes. Os canais de comunicação serão: um aplicativo instalado no smartphone dos clientes e uma aplicação web com módulos para as ONGs e as cooperativas.

A maior parte dos custos é da cooperativa, com o local físico que, possivelmente, terá de ser aumentado com uma maior área separada para o armazenamento do REEE. Para a OSCIP, foi planejada uma estrutura com o menor ônus de manutenção possível. Os custos de hospedagem foram planejados com computação em nuvem, de forma que seja paga uma pequena taxa mensal na manutenção dos recursos computacionais. Contudo, a OSCIP terá um custo com pelo menos uma pessoa para suporte da plataforma. As atividades deste

profissionais podem ser conciliadas com demais atividades da OSCIP, visto que o fluxo inicial da plataforma não deverá requerer atenção integral do profissional. Enquanto o volume de coleta de REEE for baixo, parte dos custos deverá ser paga por meio de patrocínios com Fabricantes.

Na fonte de receitas, o modelo Canvas converge com as questões das plataformas multilaterais sobre quanto um cliente pretende pagar para cada proposta de valor. Como neste negócio os clientes também são sensíveis a preços, as fontes de renda concentram-se, igualmente, na venda dos materiais e parcerias com fabricantes. Nem todas as partes envolvidas terão fontes de receitas. Um exemplo são os Consumidores, que entregarão seus REEE em doações. Espera-se que a receita das Cooperativas aumente com o uso desta plataforma multilateral. É importante que parte da receita, vinda principalmente de patrocínios seja direcionada à OSCIP para que custeie a manutenção da plataforma. Também devem ser incentivadas as retiradas em Grandes Geradores de REEE (empresas, escolas etc.), que podem pagar uma taxa por retirada e assim gerar um volume maior de materiais a serem triados, trazendo renda de duas formas para as Cooperativas. O Quadro 3 oferece um maior detalhamento do fluxo multilateral da receita da plataforma multilateral proposta:

Quadro 3 – Receita da Plataforma Multilateral Proposta

| Plataforma Multilateral | Lados Investidores | Lados Subsidiados | Preço típico no lado subsidiado |
|--------------------------------|---|--|--|
| REEEcicla | Fabricantes de computadores. Consumidores grandes geradores. | Consumidores não pagam pela retirada do equipamento. Cooperativas tem receita proveniente da triagem de equipamentos. ONG, que irá moderar a plataforma. | Abaixo do custo |

Fonte: Resultado da Pesquisa, a partir de Evans e Schmalensee (2016)

4 PLATAFORMA MULTILATERAL PROPOSTA

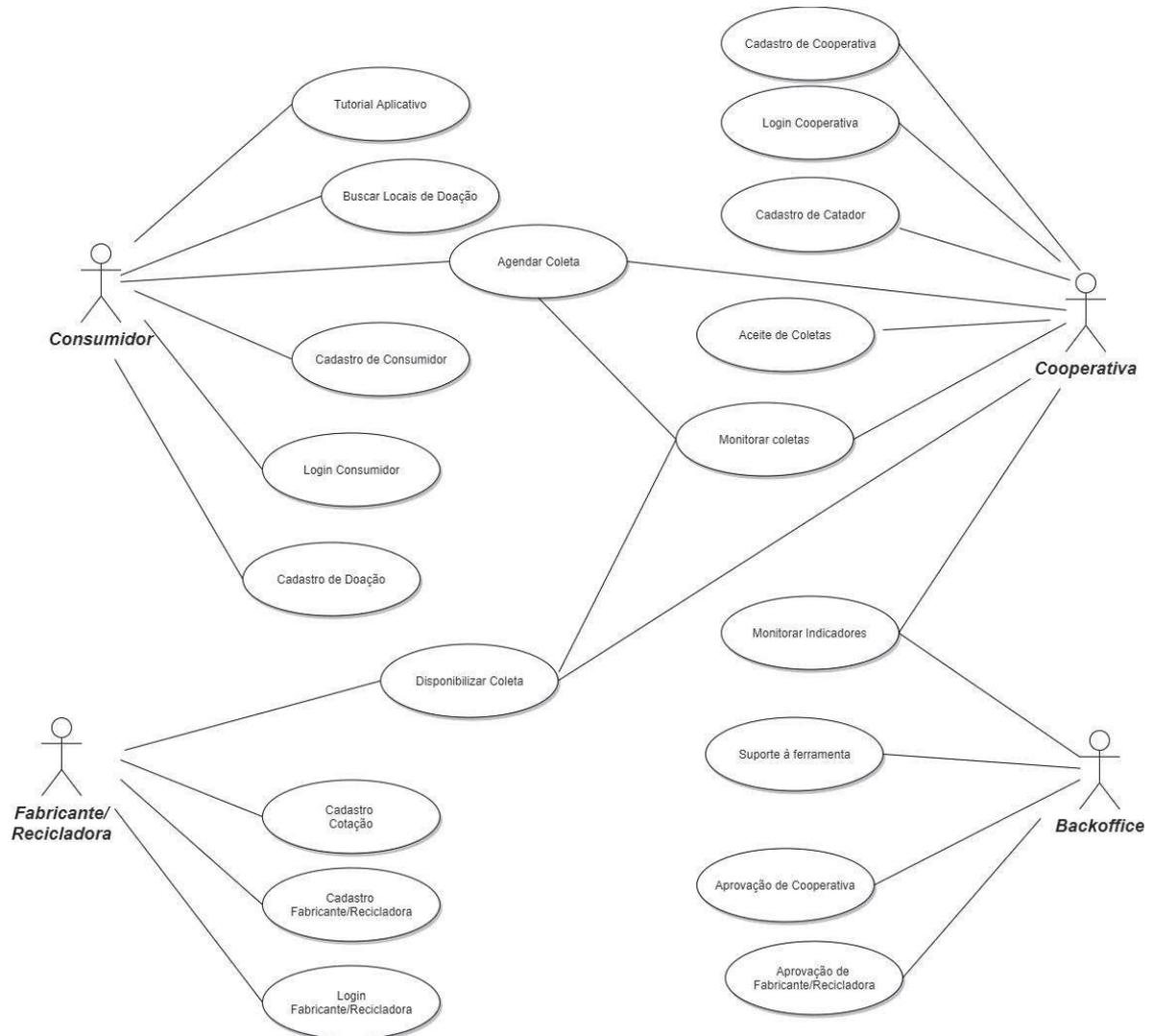
Após visitas em campo e entendimento dos requisitos, foi proposta uma plataforma multilateral denominada REEEcicla. A solução é baseada em geotecnologia, para mapear e identificar os pontos onde os consumidores poderão entregar seus materiais para reciclagem. O objetivo da plataforma é acelerar a implementação da logística reversa para REEE prevista na PNRS. Os requisitos da plataforma multilateral foram detalhados por meio de casos de uso, diagrama de classes e um desenho de arquitetura da solução.

4.1 Casos de Uso da Plataforma Multilateral REEEcicla

A Figura 20 ilustra um sistema da perspectiva do usuário em forma de casos de uso. Neste tipo de diagrama da UML, os usuários são representados por atores cujos papéis estão em concordância com a PNRS. As formas de elipses são funcionalidades da plataforma de software acessadas pelos atores. Atividades realizadas fora da plataforma não possuem representação neste diagrama. Caso uma atividade realizada fora da plataforma, e que não exista no levantamento inicial de requisitos, passe a ser necessária, ela pode ser levantada e implementada a qualquer momento, como uma atividade de melhoria contínua.

Os atores resumidamente se comportam da seguinte maneira: o Consumidor representa a pessoa física que adquiriu um equipamento eletroeletrônico. Ao chegar ao final de sua vida útil, este equipamento se transformou em REEE. A primeira atividade a ser realizada é a identificação do Consumidor, que preenche rapidamente um cadastro com seus dados pessoais e endereço. Para se desfazer do equipamento, o Consumidor realiza a busca por locais de doação. A plataforma indicará local mais próximo que aceite coletar REEE. Posteriormente, o Consumidor fará o cadastro e agendamento da doação nos quais são dadas informações sobre os equipamentos a serem doados. O agendamento é enviado à Cooperativa escolhida. Caso não seja aceito, será enviado à outra Cooperativa mais próxima sucessivamente, até que seja aceito. Para maiores informações, o detalhamento dos casos de uso está apresentado no Apêndice A.

Figura 20 – Diagrama de Caso de Uso Proposto



Fonte: Resultado da Pesquisa

No diagrama, o ator – denominado Cooperativa – representa as cooperativas de reciclagem, mas, também (desde que aprovado pela OSCIP com papel de *Backoffice*) pode representar pequenas empresas particulares que desempenhem a mesma função de coleta e triagem do REEE. A maior parte das funcionalidades se concentra neste ator:

- **Cadastro de Cooperativa:** funcionalidade para garantir a segurança da plataforma, utilizada apenas na configuração inicial da cooperativa, para que esta solicite seu cadastro no *Backoffice*. Posteriormente, a Cooperativa entrará no sistema utilizando a funcionalidade Login Cooperativa.

- Cadastro de Catador: inclusão de dados pessoais e de agenda dos catadores da região, para facilitar a roteirização manual. Nesta fase inicial da plataforma, os catadores, se houverem, serão cadastrados apenas para controle da Cooperativa.

- Agendar coleta: conforme a disponibilidade do consumidor e dos catadores credenciados, a Cooperativa terá 5 minutos para aceitar a coleta. Caso a cooperativa não aceite o agendamento, o pedido será enviado à outra cooperativa mais próxima e o contador de tempo se reiniciará. O Consumidor deverá estar no local informado por ele, aguardando a visita do Catador para a coleta. Caso uma das duas partes não esteja no momento combinado, o agendamento retornará à lista para ser refeito.

- Monitorar Coletas: assim que o Catador chegar à cooperativa, será realizada a conferência do material e dada baixa no sistema nas coletas realizadas. O Consumidor também poderá acompanhar a situação de sua coleta por meio desta funcionalidade.

- Disponibilizar coleta: assim que o estoque da Cooperativa atingir a quantidade necessária para a comercialização, a Cooperativa poderá agendar uma retirada por parte destes agentes, escolhendo o Fornecedor/Recicladora desejado, com base em uma tabela de preços.

Inicialmente, foi proposta uma funcionalidade para criação de rotas de coleta, na qual a plataforma geraria uma roteirização automática de coleta para a Cooperativa com os pedidos do dia. No decorrer do estudo de campo, esta funcionalidade se provou não desejada pelas Cooperativas, que preferem ter o controle manual de suas roteirizações.

Backoffice é uma entidade responsável pelo suporte à plataforma de software multilateral, que neste caso será uma ONG. Esta entidade acompanhará o progresso de cooperativas por meio de indicadores gerados pela plataforma. Para monitorar o desempenho e prover informações para melhoria contínua do serviço, foram propostos indicadores que serão alimentados por dados gerados pelas coletas de REEE. O primeiro indicador foi inspirado na NBR 16156:2013. Os demais indicadores vieram por meio de conhecimentos adquiridos no estudo de campo e na fundamentação teórica:

- Balanço de Massa de REEE Direcionados (em quilos): dada a dificuldade de o usuário pesar o material, haverá uma base histórica com pesos de materiais (*Central Process Unit* (CPU), teclado, Mouse, Monitor *Cathode Ray Tube* (CRT), Monitor *Liquid Crystal Display* (LCD), notebook etc.). Com base na quantidade de cada material, será obtido o peso

de entrada. O peso de saída será calculado antes da destinação do material. A granularidade do indicador será anual, mensal e semanal. A ordenação será por quantidade (ranking).

- Quantidade de Cooperativas Atendidas (será composto de: Número de Cooperativas Cadastradas, Visão de aumento ou diminuição, Data de cadastro). A granularidade do indicador será anual, mensal e semanal. A ordenação será por quantidade (ranking).

- Quantidade de Usuários Atendidos (composto pelo número de atendimentos e indivíduos únicos (filtrar pelo Cadastro de Pessoa Física - CPF)). A granularidade do indicador será anual, mensal e semanal. A ordenação será por quantidade (ranking).

- Distância média dos domicílios até o ponto de entrega (distância em Km dos domicílios que doaram ou se candidataram a doar dos pontos de entrega (cooperativas) mais próximos). Este indicador influencia diretamente na quantidade de doações. Alimentará uma base histórica para comparação com quantidade de doações.

O *Backoffice* (ONG) também verificará na loja de aplicativos de celular da Google como os usuários estão reagindo à qualidade do aplicativo. Caso haja uma reclamação ou dúvida, esta poderá ser respondida diretamente ao usuário na loja virtual. Novas funcionalidades ou correções de defeitos na plataforma podem ser originadas desta atividade. Outra atribuição do *Backoffice* será aprovar ou recusar o cadastro de Cooperativas e Fabricantes/Recicladoras, garantindo sua identidade e que apenas membros certificados pela OSCIP sejam aceitos na plataforma REEEcicla.

Fabricante/Recicladora pode representar tanto os fabricantes de equipamentos de TI quanto os importadores ou varejistas que comercializam estes equipamentos e as Recicladoras que são empresas que concentram as coletas de cooperativas e operadores logísticos particulares. Elas viabilizam o envio de equipamento de TI em grandes quantidades para fora do Brasil, onde serão reciclados.

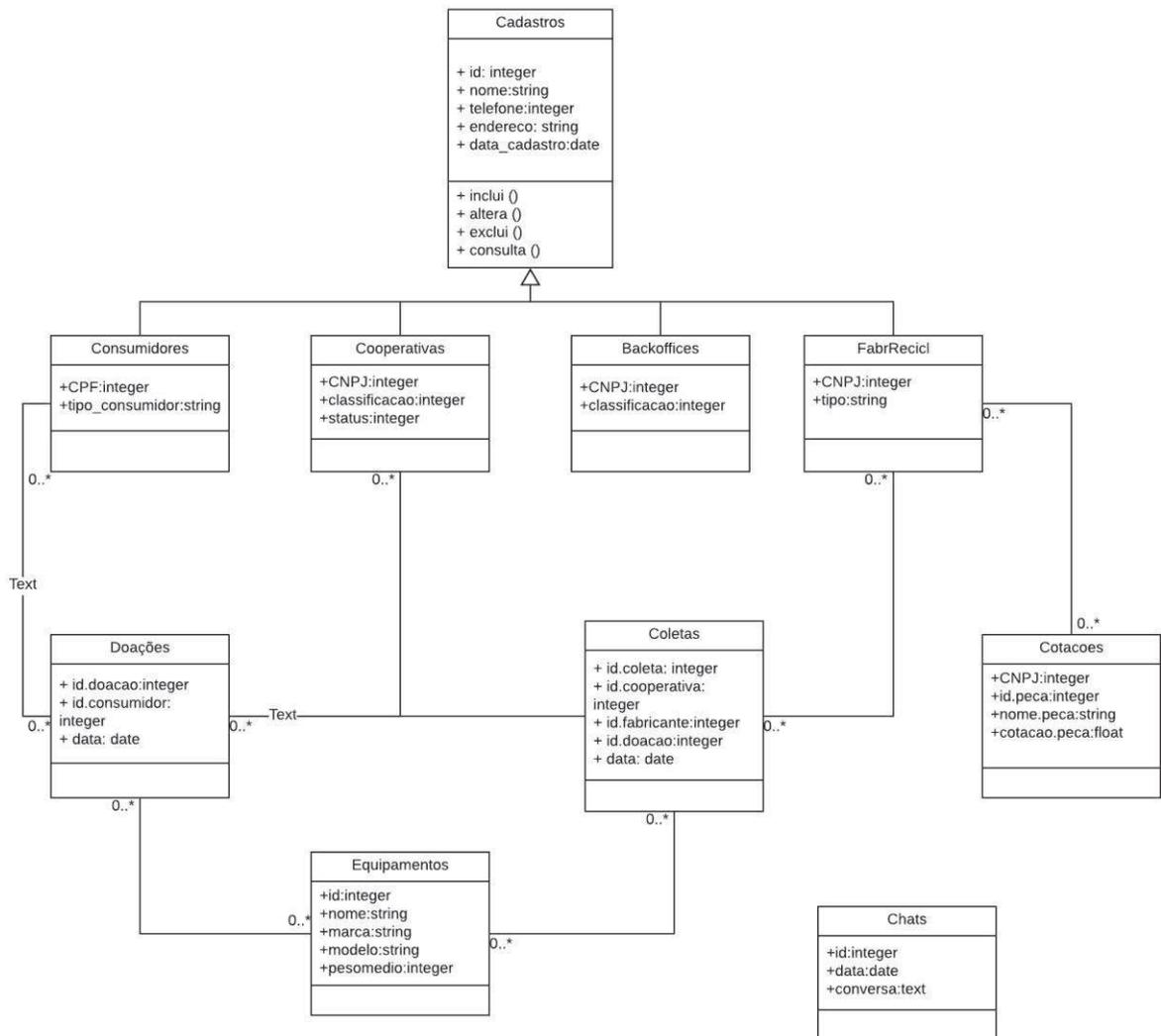
Cooperativas e Fabricantes/Recicladoras compartilham a funcionalidade Disponibilizar Coletas que informam condições, datas e horários em que podem coletar REEE nas Cooperativas. Nesta funcionalidade, foi prevista uma tela que exibe para as Cooperativas a cotação atual de peças de todos os Fabricantes/Recicladoras, que deverão cadastrar as cotações na plataforma REEEcicla. Esta funcionalidade deverá facilitar a escolha do melhor

preço de cada peça para as Cooperativas. A princípio, não foi prevista moderação da OSCIP nesta funcionalidade. Espera-se que os preços se estabilizem de maneira orgânica.

4.2 Diagrama de Classes da Plataforma Multilateral REEEicla

As classes para implementação dos requisitos da plataforma multilateral REEEicla foram modeladas conforme a Figura 21.

Figura 21 – Diagrama de Classes Proposto



Fonte: Resultado da Pesquisa

No diagrama (Figura 21), a classe Cadastro abstrai os atributos que Consumidores, Cooperativas, *Backoffices*, Fabricantes e Recicladoras possuem em comum. As classes mencionadas herdarão estes atributos. Os atributos específicos relativos a cada classe foram incluídos nas mesmas. Todas as classes foram planejadas para que seja realizado o armazenamento de dados necessários aos indicadores da plataforma REEEcicla. Um exemplo é o atributo *pesomedio* da classe Equipamentos, que serve para consolidar o indicador de Balanço de Massa proposto.

A princípio, a classe Chat será tratada de maneira isolada no registro de conversas de suporte do *Backoffice*. Para rastreamento das doações e coletas, foram criadas associações entre elas e as classes que as originam. Neste diagrama foram criados apenas métodos básicos para a manipulação e consulta dos dados. Durante a etapa de codificação da plataforma, poderá surgir a necessidade de desenho de novos métodos.

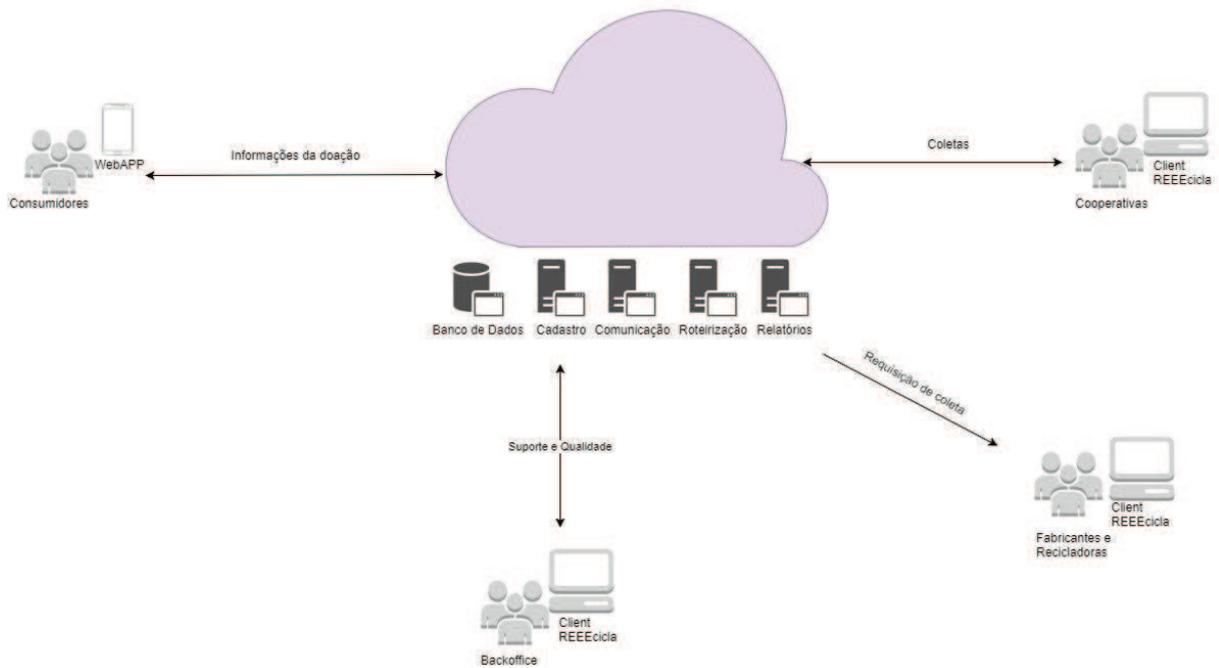
4.3 Arquitetura da Solução da Plataforma Multilateral REEEcicla

Para implementar a plataforma de software representada na Figura 21, será escolhida uma arquitetura de solução que se adeque à tecnologia existente nas cooperativas de reciclagem, de forma que não cause mudanças à sua infraestrutura tecnológica atual. As definições de configurações mínimas de sistema para o uso da plataforma foram descritas no Apêndice C. Bastará que a Cooperativa tenha um computador com acesso à Internet e um navegador como o Google Chrome, por exemplo. O objetivo da utilização de tecnologias de baixo custo para sustentar a plataforma multilateral é aumentar a adesão das cooperativas, uma característica necessária à realidade brasileira, visto que a maior parte das cooperativas tem recursos financeiros limitados.

A função da arquitetura da plataforma (Figura 22) é unir Consumidores, ONGs (como *Backoffice*), Fabricantes, Recicladoras e as Cooperativas por meio de uma aplicação móvel para celulares ou computadores. A arquitetura desenhada deverá aumentar o alcance geográfico das Cooperativas e trazer mais opções de descarte ou doação para os Consumidores. A plataforma aproveita a grande adesão de smartphones pelo público, que poderá instalar um *WebApp* (aplicativo leve e mais flexível) via loja de aplicativos ou acessar a plataforma por um link no site do Instituto GEA. Os módulos de operação: Cadastro, Comunicação, Roteirização e Relatórios ficarão hospedados em nuvem híbrida, um serviço mensal. Os módulos Cooperativa e *Backoffice* serão web e poderão ser utilizados em qualquer

computador com Internet. Como a pesquisa de campo revelou uma cooperativa que não atua com catadores, a interação com catadores permanecerá fora da plataforma, de maneira manual.

Figura 22 – Arquitetura da Solução



Fonte: Resultado da Pesquisa

O resultado produzido por esta pesquisa será um protótipo da plataforma com um aplicativo para sistema operacional Android, escolhido por atingir uma maior parcela da população, com uma fatia de mercado de 86,1% nas vendas do primeiro semestre de 2017, (GARTNER, 2017). O módulo para operação das cooperativas e ONGs será construído em plataforma web e hospedado na nuvem. Esta decisão de arquitetura está melhor detalhada no Apêndice D.

A pesquisa TIC Domicílios 2015 indica que há uma parcela da população que se encontra digitalmente excluída. Portanto, a opção pelo sistema operacional Android é reforçada pelo fato de propiciar maior inclusão, devido aos dispositivos mais utilizados para acesso à rede serem os telefones celulares. Adicionalmente, segundo a pesquisa, este modo de utilização se acentua ainda mais entre as classes com menor poder aquisitivo (CGI.BR, 2016a).

4.4 MVP Plataforma Multilateral REEEcicla

Ries (2014) propôs o conceito de Startup Enxuta como um conjunto de práticas para aumentar as chances de sucesso de empreendimentos denominados startups, visto que o objetivo delas é criar novos produtos e serviços em situações de extrema incerteza. Para evitar insucessos, que se traduzem em desperdícios, foram adaptados os conceitos de produção enxuta criados para a Toyota. No caso de startups de software, o método tradicional de desenvolvimento de software era muito custoso e implicava na descoberta tardia de erros. Esta situação acontecia quando uma grande quantidade de defeitos (erros percebidos em softwares) já estava acumulada, causando a quebra da startup.

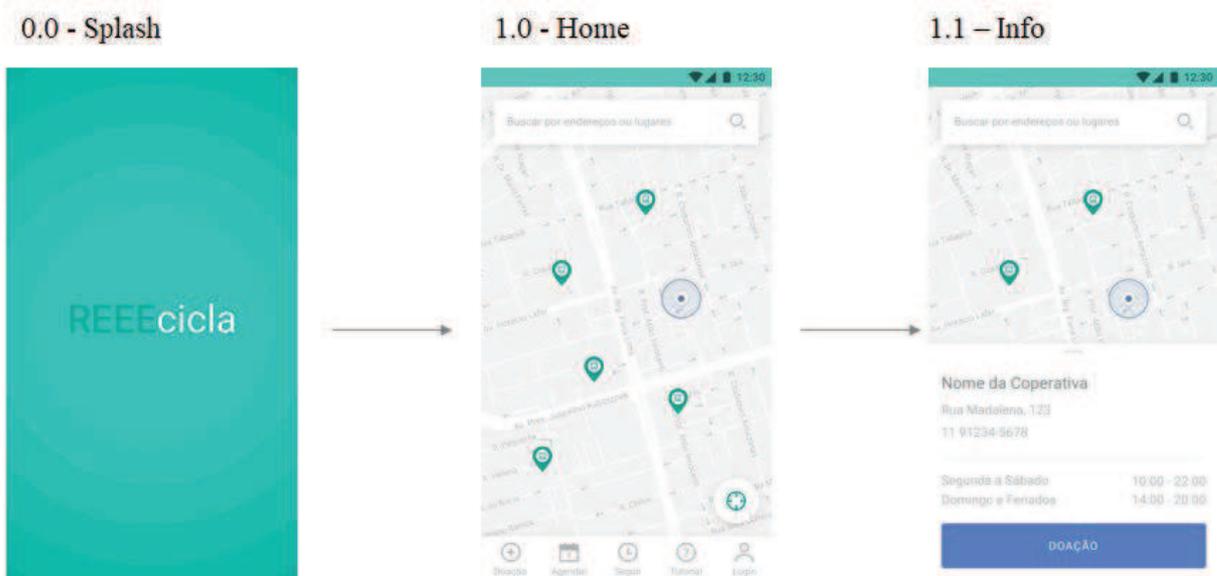
Para identificar e corrigir rapidamente os erros, e criar produtos e serviços que atendam os clientes, Ries propôs o método construir-medir-aprender. Com a aprendizagem científica sobre como parâmetro, são criados ciclos curtos nos quais algo é construído, sua aceitação é medida com o cliente e o aprendizado com os erros é absorvido rapidamente (RIES; 2014). Este método foi aplicado na criação da plataforma multilateral REEEcicla da seguinte forma: um ciclo construir-medir-aprender inicial é o desenho de um protótipo na ferramenta Invision, a ser considerado como um produto mínimo viável (MVP) da plataforma REEEcicla. O Invision é uma ferramenta de prototipação utilizada por empresas como Airbnb, Netflix, Twitter e Dropbox. Na ferramenta, o protótipo pode ser testado na web, ou sob um aplicativo para celular que o faz funcionar como se fosse o aplicativo real. Os clientes podem registrar comentários no protótipo da ferramenta Invision durante seus testes, possibilitando que vários façam comentários, enriquecendo os MVPs. O protótipo da plataforma REEEcicla foi validado no Invision com a OSCIP e as Cooperativas, antes da apresentação desta pesquisa.

É importante salientar que um protótipo é menos sofisticado que uma aplicação já desenvolvida, porém, seu desenho tenta se aproximar ao máximo do funcionamento de uma aplicação real. Algumas abstrações da realidade deverão ser feitas para agilizar a construção e diminuir os custos da prototipação. O protótipo funcionará como se fosse uma animação da plataforma idealizada.

O protótipo para celular (Figura 23) tem uma tela de abertura chamada 0.0 – Splash que aparece enquanto o aplicativo está iniciando. Assim que carregado, é exibida a tela 1.0 – Home na qual se vê um mapa, com as cooperativas cadastradas marcadas como pontos azuis. Por padrão, o aplicativo retorna o trecho do mapa com a localização atual do smartphone onde

o REEEcicla foi aberto. Caso o Consumidor deseje outro lugar, ele pode digitar o endereço na barra de busca, no trecho superior da tela. Depois, ao tocar no ponto (Cooperativa) desejado, o aplicativo passa a exibir a tela 1.1 – Info que mostra os contatos e horário de funcionamento da Cooperativa e um botão chamado Doação para acionar a funcionalidade Cadastro de Doação. Mesmo que o Consumidor não toque no ponto, há um menu inferior que repete a opção e conta com opções adicionais: Agendar (para marcar uma data para a doação cadastrada), Seguir (funcionalidade para monitorar a coleta), Tutorial (opção na qual o Consumidor pode aprender a utilizar o aplicativo) e Login (para identificar o Consumidor na plataforma).

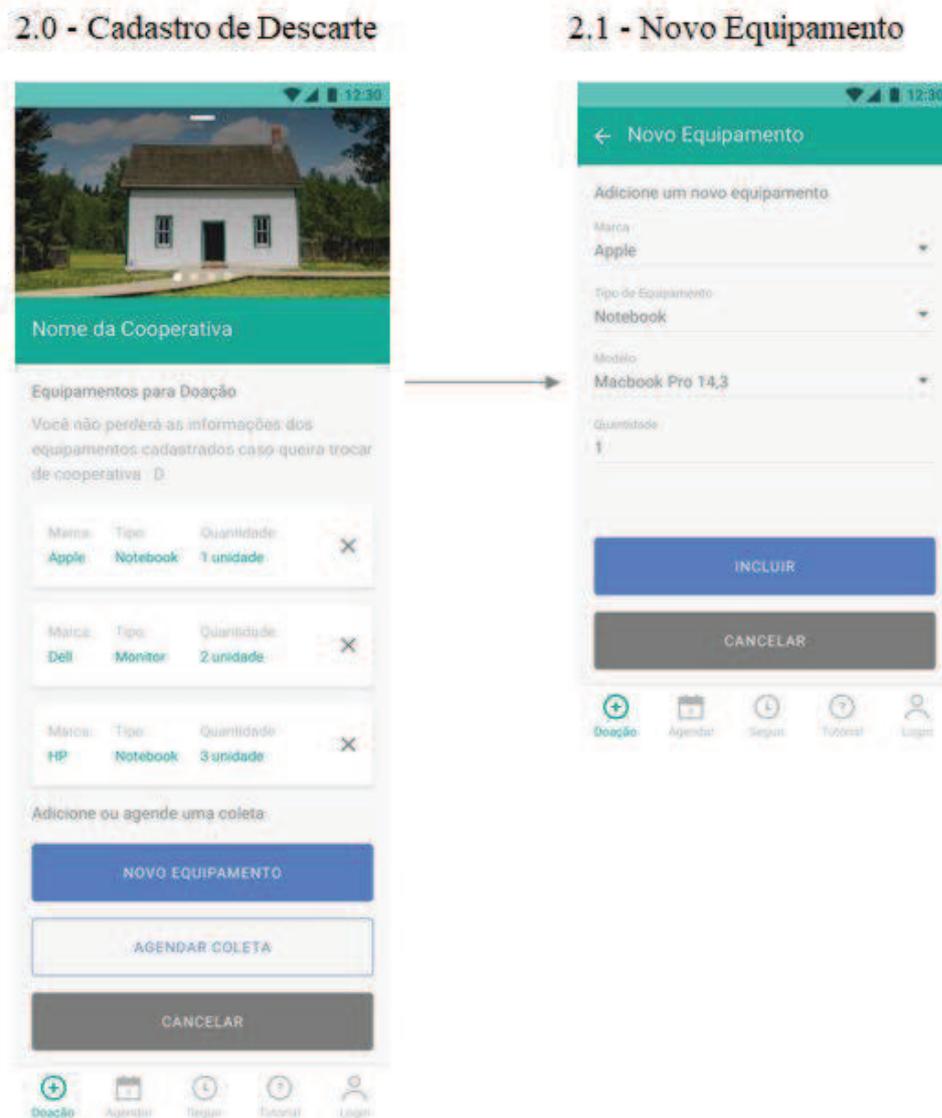
Figura 23 – Telas do MVP – Parte 1



Fonte: Resultado da Pesquisa

Ao selecionar a opção de Doação (por meio do botão ou do menu), o Consumidor é direcionado para a tela 2.0 – Cadastro de Descarte (Figura 24), na qual ele poderá visualizar fotos da Cooperativa escolhida, os REEE que serão cadastrados e opções para agendamento da coleta. Sempre que o Consumidor quiser incluir um equipamento, será direcionado à tela 2.1 – Novo Equipamento. Tela na qual devem ser informados a marca, o tipo de equipamento, o modelo e a quantidade a ser doada. Caso o equipamento não exista na lista, os campos permitem digitação.

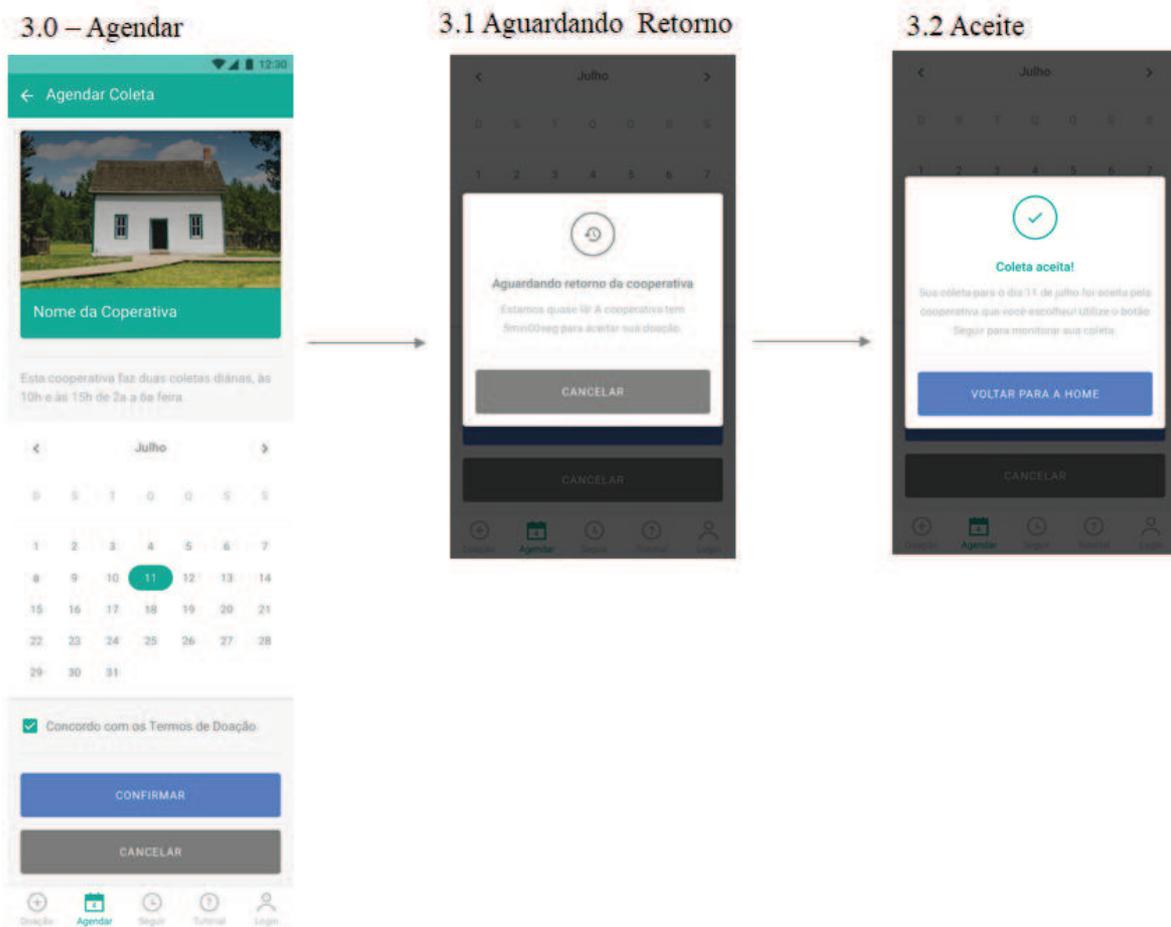
Figura 24 – Telas do MVP – Parte 2



Fonte: Resultado da Pesquisa

Após cadastrar os equipamentos desejados, o Consumidor procede com o agendamento da doação na tela 3.0 – Agendar (Figura 25). Esta tela informa os horários de coleta da Cooperativa escolhida. Durante os levantamentos em campo, não se mostrou viável a criação de uma funcionalidade de roteirização, na qual os horários de coleta ficassem flexíveis. Isso se dá devido aos custos logísticos que seriam altos para as cooperativas. A rotina normal é de duas coletas por dia. Quando o Consumidor confirma a coleta, é exibida a tela 3.1 – Aguardando Retorno, na qual a Cooperativa tem 5 minutos para aceitar a coleta. Depois de aceita a coleta, a tela 3.2 – Aceite é exibida ao Consumidor.

Figura 25 – Telas do MVP – Parte 3



Fonte: Resultado da Pesquisa

O MVP se resume a estas funcionalidades básicas. Para um teste inicial, as partes envolvidas na plataforma, as tabelas de equipamentos e de cotações podem ser cadastradas pelos desenvolvedores diretamente no banco de dados, sem uso de interface. Assim que o MVP for testado e os ajustes efetuados, pode-se implementar um novo conjunto de funcionalidades a ser priorizado em comum acordo com ONGs, Cooperativas e Fabricantes/Recicladoras. A melhor visualização das telas do protótipo está no Apêndice B desta pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo principal identificar as características necessárias a uma plataforma multilateral que permitisse a indicação e encaminhamento de REEE, no final da vida útil ou inutilizados, para locais onde será realizado seu descarte adequado.

O equilíbrio entre as leis e a prática administrativa é fundamental para a realização da reciclagem ou reutilização de REEE. Os desafios na reciclagem de resíduos eletroeletrônicos são os mesmos em países do bloco europeu ou no Brasil. A diferença está na abordagem que cada país adota nesta questão. O Brasil levou mais de 20 anos para aprovar sua política de resíduos sólidos, de forma a refletir o conhecimento adquirido por países mais adiantados na questão e deve também inspirar-se nas medidas administrativas bem-sucedidas, tanto públicas quando privadas. Porém, uma legislação moderna não é o único fator que solucionará a questão dos resíduos. Será necessário que haja conscientização e atitude da população em destinar adequadamente os resíduos previstos na PNRS.

A reinvenção da indústria de tecnologia, impulsionada por pressão popular e governamental pode ser a chave para evitar a extinção da própria indústria que se preocupava com lucros imediatos sem vislumbrar o longo prazo. A chave está em analisar o ciclo completo do produto e valorizar o desenho deste que, se realizado de maneira errônea, compromete toda a cadeia. Também no ciclo do produto, está a Logística Reversa, que requer atenção especial tanto da literatura quanto da sua aplicação no Brasil. Um fator a ser considerado pelos brasileiros é que a PNRS, diferente da diretiva da UE não contém procedimentos em seus anexos, deixando, por muitas vezes, dúvidas sobre como implantar os itens presentes na política.

O método para responder a questão de pesquisa conduziu os estudos para atingir o objetivo proposto. O protótipo foi construído e testado com cooperativas e com a ONG. Uma limitação da pesquisa é a falta de oportunidade de testes com consumidores. O protótipo não previu funcionalidades que afetassem os Fabricantes/Recicladoras.

A cadeia de valor de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) foi mapeada, inclusive em seus pontos de ruptura. O estudo de campo para identificação de requisitos para uma plataforma multilateral foi realizado em duas Cooperativas e em uma Recicladora, que representava diversos Fabricantes. Foram propostos os requisitos de uma plataforma multilateral que possa unir o Consumidor que deseja descartar um REEE aos agentes que proverão o descarte adequado à PNRS, com moderação da ONG.

O Quadro 4 exibe a proposta de evolução da plataforma como contribuição futura a esta pesquisa. Da mesma maneira que jornais foram evoluindo seu modelo de negócio, o modelo de precificação pode ser revisto para manter o equilíbrio da rede. Todavia, como se trata de uma plataforma tecnológica, a evolução deverá se dar em escala de tempo muito mais rápida. Estima-se que cada etapa de evolução leve um semestre para ocorrer, porém, as condições de evolução em cada parte podem variar.

Quadro 4 – Evolução da Plataforma Multilateral Proposta

| Etapa | ONG | Cooperativas | Catadores | Consumidores | Melhorias em comum |
|--------------|--|--|---|--|---|
| 1 | | Aferição da volumetria de REEE com LR antes da plataforma | Parcerias com operadoras de telefonia para <i>Short Message Service</i> (SMSs) gratuitos. Inclusão de funcionalidade para aviso aos catadores | Marketing para adesão | Treinamento e Implantação Sem custo para as partes |
| 2 | Busca de anunciantes para patrocínio | Incorporação de mais cooperativas | Solicitação de doações de celulares para empréstimo aos catadores | Inserção de anúncios na plataforma | Mapeamento de novas funcionalidades |
| 3 | Treinamento para criação de novas funcionalidades | Aferição de volumetria e comparação | Auxílio na montagem de rotas mais eficientes | Inclusão de <i>gamefication</i> para aumentar adesão | Portabilidade para outras tecnologias |
| 4 | Formação de parcerias com fabricantes e influenciadores digitais | Integração da plataforma com sistema de Ordens de Serviço da Recicladora | Predição de rotas com menos concorrência (a serem exploradas) | Inclusão de indicador de quantidade total de REEE coletados por meio da plataforma | Criação de um grupo para tradução e internacionalização da plataforma |

Fonte: Resultado da Pesquisa

A participação dos Fabricantes/Recicladoras é primordial para que a plataforma tenha os incentivos financeiros necessários à sua manutenção. A divulgação em forma de conscientização é muito importante para que haja adesão de consumidores e cooperativas, aumentando o valor da rede. Com influenciadores digitais aderindo à plataforma e com anúncios em redes sociais, o custo de divulgação tende a ser baixo. A exposição na mídia

pode ser feita por meio de reportagens, que serão provocadas pelos bons indicadores da plataforma, formando um círculo virtuoso.

Inserir anúncios no Webapp REEEcicla pode ser uma boa fonte de renda para sustentação da plataforma. Contudo, isto deve ser feito de maneira que não prejudique a experiência do Consumidor, ou poderá diminuir seu interesse na plataforma, enfraquecendo a rede.

Para os Catadores, se faz necessária uma nova pesquisa que identifique a adesão destes aos smartphones. Caso não haja adesão, deverá ser identificada uma tecnologia que possibilite a sua inclusão na plataforma. Os Catadores são parte fundamental da logística reversa de quaisquer materiais recicláveis.

A OSCIP pode organizar um grupo colaborativo para realizar a tradução da plataforma para outros idiomas, aumentando a abrangência mundial da plataforma. Este grupo também pode iniciar pesquisas futuras para a adaptação de requisitos a diferentes situações que ocorram fora do Brasil. Por exemplo, adicionar mais alguma parte interessada à plataforma.

Outros estudos futuros podem ser recomendados como, por exemplo, para o desenvolvimento de acessórios (chaveiros, prendedores de gravata ou bijuterias à escolha) atóxicos para premiação de Consumidores que realizam doações. Estes acessórios também podem se tornar uma fonte de renda para as Cooperativas. A pesquisa se justifica devido aos metais contaminantes existentes nas placas de circuitos de REEE.

Caso surja uma nova tecnologia na qual a plataforma possa ser implementada, as regras de negócio levantadas em campo poderão ser reaproveitadas, mudando apenas a forma de implementação. Melhorias sempre poderão ser adicionadas à plataforma, sempre que houver sugestões ou novas regras de negócio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. **Panorama Econômico**. 2017. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon40.htm>>. Acesso em: 10 out. 2017.

APPLE. *Environmental Responsibility Report*. Apple, 2016. Disponível em: <http://images.apple.com/euro/environment/d/generic/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2016.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

_____. *Environmental Responsibility Report*. Apple, 2017. Disponível em: <http://images.apple.com/euro/environment/d/generic/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2017.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.

ARAÚJO, Marcelo G.; MAGRINI, Alessandra; MAHLER, Cláudio F. BILITEWSKI, Bernd. *A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil*. *Waste Management*, v. 32, n. 2, p. 335-342, 2012.

BABBITT, Callie W.; WILLIAMS, Eric; KAHHAT, Ramzy. *Institutional disposition and management of end-of-life electronics*. *Environmental science & technology*, v. 45, n. 12, p. 5366-5372, 2011.

BADEN-FULLER, Charles; HAEFLIGER, Stefan. *Business models and technological innovation*. *Long range planning*, v. 46, n. 6, p. 419-426, 2013.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML: guia do usuário**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros 2014**. São Paulo: IBGE, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=sp>>. Acesso em: 01 set. 2017.

_____. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. **Situação das catadoras e catadores de material reciclável e reutilizável**. IPEA Digital, Brasília, 2013. Especiais. Online. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/situacao_social/130910_relatorio_situacaosocial_mat_reciclavel_regiaosudeste.pdf>. Acesso em: 07 set. 2017.

_____. **Diagnóstico sobre catadores de resíduos sólidos**. Relatório de Pesquisa. Brasília: Ipea, 2010.

_____. Planalto. **Lei nº 9.790**, de 23 de março de 1999. Dispõe sobre a qualificação de pessoas jurídicas de direito privado, sem fins lucrativos, como Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público, institui e disciplina o Termo de Parceria, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/LEIS/L9790.htm> Acesso em: 06 mar. 2018.

BRASIL. Planalto. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 14 out. 2017.

_____. Senado Notícias. **Senadores aprovam prorrogação do prazo para fechamento dos lixões**. 01 maio 2015. Por Tércio Ribas Torres. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/07/01/senadores-aprovam-prorrogacao-do-prazo-para-fechamento-dos-lixoes>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

_____. ABNT. Norma Brasileira. **NBR16156**, março de 2013. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos — Requisitos para atividade de manufatura reversa. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=196456>> Acesso em: 06 mar. 2018.

BREJÃO, Antonio S.; PEREIRA, Maria L. Conscientização dos consumidores da cidade de São Paulo referente ao descarte de equipamentos eletroeletrônicos no ano de 2011. **Revista INTERDISCIPLINAR E-FAPPES**, v. 4, n. 1, 2015.

BURROUGH, Peter A.; MCDONNELL, Rachel A.; LLOYD, Christopher D. **Principles of geographical information systems**. Oxford, Oxford University Press, 3.ed. 2015.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 15 out. 2017.

CHEN, Mengjun; OGUNSEITAN, Olabele A.; WANG, Jianbo; CHEN, Haiyan; WANG, Bin; CHEN, Shu. *Evolution of electronic waste toxicity: Trends in innovation and regulation*. **Environment international**, v. 89, p. 147-154, 2016.

CHESBROUGH, Henry. *Business model innovation: opportunities and barriers*. **Long range planning**, v. 43, n. 2, p. 354-363, 2010.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET DO BRASIL – CGI.BR. Pesquisa sobre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - **TIC Domicílios 2015**. 2016a.

_____. Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas empresas brasileiras - **TIC Empresas 2015**. 2016b.

COOPERNOVA COTIA RECICLA, 2017. **Página Inicial**. Disponível em: <<https://www.coopernovacotiarecicla.com/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

DELL. *An annual update on our 2020 Legacy of Good Plan*. Dell, 2017. Disponível em: <<http://i.dell.com/sites/doccontent/corporate/corp-comm/en/documents/dell-fy13-cr-report.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

EVANS, David S.; SCHMALENSEE, Richard. *Matchmakers: the new economics of multisided platforms*. Boston: Harvard Business Review Press, 2016.

FRANKENBERGER, Karolin; WEIBLEN, Tobias; CSIK, Michaela; GASSMANN, Oliver. *The 4I-framework of business model innovation: A structured view on process phases and challenges*. *International Journal of Product Development*, v. 18, n. 3-4, p. 249-273, 2013.

FRANCO, Rosana G. F.; LANGE, Liséte C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, 2011.

FREITAS JUNIOR, Vanderlei; WOSZEZENKI, Cristiane; ANDERLE, Daniel F.; SPERONI, Rafael; NAKAYAMA, Marina K. A pesquisa científica e tecnológica. *Espacios*, v. 35, n. 9, 2014.

GARTNER. *Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Grew 9 Percent in First Quarter of 2017*. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3725117>>. Acesso em: 07 out. 2017.

GIGANTE, Luciana C.; RIGOLIN, Camila C. D.; MARCELO, Júlia F. Redes sociais de produção e colaboração tecnológica para o descarte de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos. *Atoz: novas práticas em informação e conhecimento*, v. 1, n. 2, p. 52-64, 2012.

HEWLETT-PACKARD – HP. *Relatório de Sustentabilidade – Sumário Executivo*. 2016. Disponível em: <<http://www8.hp.com/h20195/V2/GetDocument.aspx?docname=4AA7-0546PTL>>. Acesso em: 07 out. 2017.

INSTITUTO GEA – Ética e Meio Ambiente. *Página Inicial*. 2017. Disponível em: <<http://www.institutogea.org.br/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

LAVEZ, Natalie; SOUZA, Vivian M. de; LEITE, Paulo R. O papel da logística reversa no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de computadores. *RGSA-Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 5, n. 1, p. 15-32, 2011.

LEITE, Paulo R. *Logística Reversa: Sustentabilidade e Competitividade*. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MIGLIANO, João E. B. *Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): Perspectivas, Desafios e Oportunidades da Logística Reversa para a Indústria Nacional de Computadores*. 124 fls. Dissertação (Mestrado em Administração). *Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana "Padre Sabóia de Medeiros"*. São Bernardo do Campo: FEI, 2012.

O'REILLY, Tim. *What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software*. *Communications & strategies*, n. 1, p. 17, 2007.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons, 2010.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves; TUCCI, Christopher L. *Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept*. *Communications of the association for Information Systems*, v. 16, n. 1, p. 1, 2005.

PINK, Daniel H. *Drive: The surprising truth about what motivates us*. Penguin, 2011.

PORTELA, Fernando. **O Catador Eletrônico**. Loqui Editora, 2015.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. ArtMed, 09/2010. 7. ed. VitalSource Bookshelf Online.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA, **Guia de Produção e Consumo Sustentáveis**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/06/PNUMA_Guia-de-Produ%C3%A7%C3%A3o-e-Consumo-Sustent%C3%A1veis.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

RECIFAVELA. Página Inicial. 2017. Disponível em: <<https://www.recifavela.com.br/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

RIES, Eric. **A startup enxuta**. São Paulo: Leya, 2014.

ROCHET, Jean-Charles; TIROLE, Jean. *Platform competition in two-sided markets*. *Journal of the european economic association*, v. 1, n. 4, p. 990-1029, 2003.

RODRIGUES, Angela C. **Impactos Sócio-Ambientais Dos Resíduos De Equipamentos Elétricos E Eletrônicos: Estudo Da Cadeia Pós-Consumo No Brasil**, 1–321. 2007

RODRIGUES, Angela C.; GUNTHER, Wanda M. R.; BOSCOV, Maria E. G. Estimativa da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos de origem domiciliar: proposição de método e aplicação ao município de São Paulo, São Paulo, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 3, p. 437-447, 2015.

ROHLFS, Jeffrey. *A theory of interdependent demand for a communications service*. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, p. 16-37, 1974.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, María del Pilar B. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: McGraw Hill, 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 12.300**, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Diário Oficial do Estado, de 17 de março de 2006.

SÃO PAULO (Município). **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo**. São Paulo, SP. 2014. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

SCHWANKE, Cibele. **Ambiente: Tecnologias: Série Tekne**. Bookman Editora, 2013.

SILVA, Arykerne N. C. da; BARRETO, Carlos A. A.. Economia Circular: Uma Perspectiva para Gestão dos Resíduos Eletroeletrônicos de Microcomputadores. **8º Forum Internacional de Resíduos Sólidos. Anais...** Curitiba. Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR, 12 a 14 junho de 2017.

SOUZA, Dalva I. de; MULLER, Deise M.; FRACASSI, Maria A. T.; ROMEIRO, Solange B. **B. Manual de orientações para projetos de pesquisa**. Novo Hamburgo: FESLSVC, 2013.

STHIANNOPKAO, Suthipong; WONG, Ming H. *Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences*. **Science of the Total Environment**, v. 463, p. 1147-1153, 2013.

TRISTÃO, Virgínia T. V; TRISTÃO, José A. M. A contribuição das ONGS para a Educação Ambiental: uma avaliação da percepção dos Stakeholders. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 3, 2016.

UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu e do Conselho. **Diretiva 125/2009**, 2009. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32009L0125>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

_____. Parlamento Europeu e do Conselho. **Diretiva 65/2011**, 2011. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2011/65/oj>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

_____. Parlamento Europeu e do Conselho. **Diretiva 19/2012**, 2012. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/19/oj>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

UNITED NATIONS UNIVERSITY INSTITUTE FOR THE ADVANCED STUDY OF SUSTAINABILITY – UNU-IAS. *eWaste in Latin America: Statistical analysis and policy recommendations*. 2015. Disponível em: <<http://www.gsma.com/latinamerica/report-united-nations-university-electronic-waste>>. Acesso em: 05 out. 2017.

XAVIER, Lúcia H.; CARVALHO, Tereza C. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017

VEZZOLI, Carlo A.; MANZINI, Ezio. *Design for environmental sustainability*. **Springer Science & Business Media**, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – DOCUMENTAÇÃO DA PLATAFORMA

Detalhamento de Casos de Uso

| | |
|----------------------------|---|
| Identificação: | UC001 – Tutorial Aplicativo |
| Ator principal: | Consumidor |
| Pré-condições: | Aplicativo REEEcicla instalado no aparelho celular, usuário cadastrado com e-mail válido e conexão com a Internet. |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumidor inicia aplicativo; 2. Na tela principal, aplicativo oferece opção de tutorial para ensinar a utilização; 3. Consumidor aceita tutorial; 4. Aplicativo exibe instruções de uso; 5. Consumidor lê e clica em finalizar. |
| Fluxo alternativo A | <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumidor não aceita tutorial; 2. Aplicativo retorna à tela principal. |
| Identificação: | UC002 – Cadastro de Consumidor |
| Ator principal: | Consumidor |
| Pré-condições: | Aplicativo REEEcicla instalado no aparelho celular, usuário com e-mail válido e conexão com a Internet. |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumidor inicia aplicativo; 2. Na tela principal, Consumidor toca o menu “Não tenho cadastro”; 3. Consumidor escolhe cadastro por rede social (Facebook ou G+); 4. Aplicativo carrega interface com perfil da rede social; 5. Consumidor autoriza login integrado com rede social; 6. Aplicativo solicita autorização para obter dados cadastrais e de localização; 7. Consumidor insere dados adicionais e clica em “Cadastrar”; 8. Aplicativo exibe mensagem “Cadastro realizado com sucesso.”; 9. Aplicativo envia e-mail para Consumidor confirmando o |

cadastro.

- Fluxo alternativo A**
1. Consumidor inicia aplicativo e toca no menu “Não tenho cadastro”;
 2. Na tela principal, Consumidor escolhe se cadastrar por e-mail;
 3. Aplicativo solicita dados pessoais e relativos à localização;
 4. Consumidor insere dados adicionais e clica em “Cadastrar”;
 5. Aplicativo exibe mensagem “Cadastro realizado com sucesso.”;
 6. Aplicativo envia e-mail para Consumidor confirmando o cadastro.
- Fluxo alternativo B**
1. Consumidor insere senhas divergentes nos campos de consistência;
 2. Sistema retorna consumidor ao passo inicial de cadastro.
- Fluxo Alternativo C**
1. Consumidor inicia aplicativo e toca no menu “Não tenho cadastro”;
 2. Na tela principal, escolhe cadastro por rede social (Facebook ou G+);
 3. Consumidor não possui acesso à rede social.
 4. Aplicativo exibe mensagem “Não foi possível acessar sua rede social. Tente a opção de cadastro do aplicativo.” e retorna à tela de login.
- Fluxo Alternativo D**
1. Consumidor cancela cadastro;
 2. Aplicativo retorna à tela de login.

Identificação: UC003 – Cadastro de Cooperativa

Ator principal: Cooperativa

Pré-condições: Computador com navegador de internet instalado, usuário com login válido e conexão com a Internet.

- Fluxo principal**
1. Cooperativa entra na plataforma e escolhe menu “Não tenho cadastro”;
 2. Escolhe cadastro por rede social (Facebook ou G+);
 3. Sistema carrega interface com perfil da rede social;
 4. Cooperativa autoriza login integrado com rede social;
 5. Sistema solicita mais dados cadastrais relativas a localização;
 6. Cadastro realizado com sucesso;

7. Sistema envia e-mail confirmando cadastro.

Fluxo alternativo A

1. Cooperativa escolhe se cadastrar por e-mail;
2. Sistema solicita dados pessoais e relativos a localização

Fluxo alternativo B

1. Cooperativa insere senhas divergentes nos campos de consistência;
2. Sistema retorna consumidor ao passo inicial de cadastro

Identificação:

UC004 – Cadastro de Fabricante/Recicladora

Ator principal:

Fabricante/recicladora

Pré-condições:

Computador com navegador de internet instalado, usuário com login válido e conexão com a Internet.

Fluxo principal

1. Fabricante/Recicladora entra na plataforma e escolhe menu “Não tenho cadastro”;
2. Escolhe cadastro por rede social (Facebook ou G+);
3. Sistema carrega interface com perfil da rede social;
4. Fabricante/Recicladora autoriza login integrado com rede social;
5. Sistema solicita mais dados cadastrais relativas a localização;
6. Cadastro realizado com sucesso;
7. Sistema envia e-mail confirmando cadastro.

Fluxo alternativo A

1. Fabricante/Recicladora escolhe se cadastrar por e-mail;
2. Sistema solicita dados pessoais e relativos a localização

Fluxo alternativo B

1. Fabricante/Recicladora insere senhas divergentes nos campos de consistência;
2. Sistema retorna consumidor ao passo inicial de cadastro

Identificação:

UC005 - Cadastro de Catador

Ator principal:

Cooperativa

Pré-condições:

Computador com navegador de internet instalado, usuário com cadastro válido e conexão com a Internet.

Fluxo principal

1. Cooperativa efetua login no sistema;
2. Seleciona a opção “Cadastro de Catadores”;

3. Digita os dados do Catador;
4. Clica em “Cadastrar”;
5. Sistema exibe mensagem “Catador cadastrado com sucesso”;

- Fluxo alternativo A**
1. Cooperativa não insere algum dos dados obrigatórios do catador;
 2. Clica em “Cadastrar”;
 3. Sistema exibe mensagem “Todos os dados obrigatórios precisam ser preenchidos. Por favor, tente novamente”.

- Fluxo alternativo B**
1. Cooperativa clica em “Cancelar”;
 2. Sistema retorna à tela inicial.

Identificação: UC006 – Login Consumidor

Ator principal: Consumidor

Pré-condições: Aplicativo REEEcicla instalado no aparelho celular, usuário cadastrado com e-mail válido e conexão com a Internet.

- Fluxo principal**
1. Consumidor inicia aplicativo;
 2. Na tela de login, Consumidor seleciona login por rede social (Facebook ou G+);
 3. Aplicativo se comunica com rede social escolhida e procede com autenticação;
 4. Aplicativo exibe a tela principal.

- Fluxo alternativo A**
1. Consumidor inicia aplicativo e insere usuário e senha;
 2. Clica em “Entrar”;
 3. Aplicativo direciona Consumidor para tela principal.

- Fluxo alternativo B**
1. Consumidor inicia aplicativo;
 2. Na tela de login, insere usuário ou senha incorretos;
 3. Aplicativo exibe tela com mensagem: “Ops... Não foi possível conectar. Seu usuário ou senha não estão corretos. Por favor, tente novamente.”;
 4. Consumidor seleciona botão “Tente Novamente”;
 5. Aplicativo exibe novamente tela de login.

- Fluxo alternativo C**
1. Consumidor cancela login;
 2. Aplicativo retorna à tela de login.

| | |
|----------------------------|--|
| Identificação: | UC007 – Login Cooperativa |
| Ator principal: | Cooperativa |
| Pré-condições: | Computador com navegador de internet instalado, Cooperativa com cadastrado válido na plataforma e conexão com a Internet. |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cooperativa inicia sistema; 2. Na tela de login, Cooperativa seleciona login por rede social (Facebook ou G+); 3. Sistema se comunica com rede social escolhida e procede com autenticação; 4. Sistema exibe a tela principal. |
| Fluxo alternativo A | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cooperativa inicia aplicativo e insere usuário e senha; 2. Clica em “Entrar”; 3. Sistema direciona Cooperativa para tela principal. |
| Fluxo alternativo B | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cooperativa inicia aplicativo; 2. Na tela de login, insere usuário ou senha incorretos; 3. Sistema exibe tela com mensagem: “Ops... Não foi possível conectar. Seu usuário ou senha não estão corretos. Por favor, tente novamente.”; 4. Cooperativa seleciona botão “Tente Novamente”; 5. Sistema exibe novamente tela de login. |
| Fluxo alternativo C | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cooperativa cancela login; 2. Sistema retorna à tela de login. |

| | |
|------------------------|---|
| Identificação: | UC008 – Login Fabricante/Recicladora |
| Ator principal: | Fabricante/Recicladora |
| Pré-condições: | Computador com navegador de internet instalado, Cooperativa com cadastrado válido na plataforma e conexão com a Internet. |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Fabricante/Recicladora inicia sistema; 2. Na tela de login, Cooperativa seleciona login por rede social (Facebook ou G+); 3. Sistema se comunica com rede social escolhida e procede com autenticação; 4. Sistema exibe a tela principal. |

Fluxo alternativo A

1. Fabricante/Recicladora inicia aplicativo e insere usuário e senha;
2. Clica em “Entrar”;
3. Sistema direciona Fabricante/Recicladora para tela principal.

Fluxo alternativo B

1. Fabricante/Recicladora inicia aplicativo;
2. Na tela de login, insere usuário ou senha incorretos;
3. Sistema exibe tela com mensagem: “Ops... Não foi possível conectar. Seu usuário ou senha não estão corretos. Por favor, tente novamente.”;
4. Fabricante/Recicladora seleciona botão “Tente Novamente”;
5. Sistema exibe novamente tela de login.

Fluxo alternativo C

1. Cooperativa cancela login;
2. Sistema retorna à tela de login.

Identificação: UC009 - Buscar Locais de Doação

Ator principal: Consumidor

Pré-condições: Aplicativo REEEcicla instalado no aparelho celular, usuário cadastrado com e-mail válido, conexão com a Internet e GPS do aparelho ativado.

Fluxo principal

1. Na tela principal, Consumidor seleciona botão de localização automática;
2. Aplicativo identifica no mapa a localização do Consumidor, indicando pontos de coleta;
3. Consumidor escolhe local desejado e aciona funcionalidade “Cadastro de Doação”.

Fluxo alternativo A

1. Na tela principal, Consumidor digita endereço desejado na caixa de busca;
2. Aplicativo identifica no mapa a localização do Consumidor, indicando pontos de coleta;
3. Consumidor escolhe local desejado e aciona funcionalidade “Cadastro de Doação”.

Fluxo alternativo B

1. Consumidor cancela busca;
2. Sistema retorna à tela principal.

| | |
|----------------------------|--|
| Identificação: | UC0010 - Cadastro de Doação |
| Ator principal: | Consumidor |
| Pré-condições: | Aplicativo REEEcicla instalado no aparelho celular, usuário cadastrado com e-mail válido e conexão com a Internet. |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Na tela principal, Consumidor seleciona a Cooperativa de sua preferência no mapa; 2. O aplicativo exibirá uma caixa com nome, endereço e telefone da Cooperativa; 3. Consumidor escolhe opção “Cadastrar doação”; 4. Na tela “Cadastrar doação”, Consumidor digita dados relativos à doação (tipo de equipamentos e quantidade); 5. Consumidor clica em cadastrar; 6. Aplicativo informa “Doação cadastrada com sucesso” |
| Fluxo alternativo A | <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumidor não preenche um dos campos requeridos; 2. Sistema informa que não pode efetivar cadastro e retorna consumidor à digitação. |
| | |
| Identificação: | UC011 – Agendar Coleta |
| Ator principal: | Consumidor e Cooperativa |
| Pré-condições: | <p>Consumidor: Aplicativo REEEcicla instalado no aparelho celular, usuário com cadastro válido, conexão com a Internet e GPS do aparelho ativado, doação previamente cadastrada</p> <p>Cooperativa: Computador com navegador de internet instalado, usuário com cadastro válido e conexão com a Internet.</p> |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Na tela “Agendamento de Doação” do aplicativo, Consumidor seleciona doação previamente cadastrada e clica no botão “Agendar”; 2. Sistema procura cooperativa mais próxima com coleta disponível. |
| Fluxo alternativo A | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cooperativa erra usuário ou senha; 2. Sistema exhibe tela com mensagem: “Ops... Não foi possível conectar. Seu usuário ou senha não estão corretos. Por favor, tente novamente.”; 3. Cooperativa seleciona botão Tente Novamente; 4. Sistema exhibe novamente tela de login. |

Fluxo alternativo B 1. Cooperativa seleciona login pelo Facebook;
2. Sistema comunica-se com Facebook e procede com autenticação.

Fluxo Alternativo C 1. Cooperativa cancela login.

Identificação: **UC012 – Aceite de Coletas**

Ator principal: Cooperativa

Pré-condições: Computador com navegador de internet instalado, usuário com cadastro válido e conexão com a Internet.

Coletas disponíveis, Cooperativa logada no sistema.

Fluxo principal 1. Na tela de monitoração de coletas, Cooperativa acessa opção “Coletas Disponíveis”
2. Cooperativa aceita coleta próxima, selecionando as coletas desejadas e clicando no botão “Aceitar”.
3. Sistema monta a rota de coleta.

Fluxo alternativo A 1. Cooperativa acessa opção “Coletas Disponíveis”

Fluxo alternativo B 1. Recusa coleta próxima, selecionando as coletas desejadas e clicando no botão “Recusar”.
2. Sistema redireciona coletas recusadas a outras cooperativas

Identificação: **UC013 - Monitorar coletas**

Ator principal: Cooperativa

Pré-condições: Computador com navegador de internet instalado, usuário com cadastro válido e conexão com a Internet.

Cooperativa logada no sistema.

Pelo menos uma coleta aceita com uma rota criada.

Fluxo principal 1. Na tela de monitoração de coletas, Cooperativa seleciona data desejada;
2. Sistema exibe status das coletas.

| | |
|----------------------------|---|
| Identificação: | UC014 - Disponibilizar Coletas |
| Ator principal: | Cooperativa |
| Pré-condições: | Computador com navegador de internet instalado, usuário com cadastro válido e conexão com a Internet. Cooperativa logada no sistema, Fabricante ou recicladora cadastrado, Cotações cadastradas |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cooperativa seleciona módulo “Disponibilizar Coletas”; 2. Sistema exibe para as cooperativas todas as cotações de peças cadastradas pelos Fabricantes/Recicladoras; 3. Cooperativa seleciona cotação desejada e clica em Vender; 4. Sistema informa o valor total da venda; 5. Fabricante/Recicladora ou recicladora recebe pedido; 6. Sistema informa que material foi reservado para o Fabricante/Recicladora desejado. |
| Fluxo alternativo A | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cooperativa cancela operação. |

| | |
|----------------------------|---|
| Identificação: | UC015 - Monitorar indicadores |
| Ator principal: | Backoffice, Cooperativa |
| Pré-condições: | Computador com navegador de internet instalado, usuário com cadastrado válido na plataforma e conexão com a Internet. Backoffice ou Cooperativa logados no sistema. |
| Fluxo principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário seleciona indicador e período desejados; 2. Clica em “Filtrar”; 3. Sistema exibe relatório com os indicadores. |
| Fluxo alternativo A | <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário cancela consulta. |

| | |
|------------------------|---|
| Identificação: | UC016 - Suporte à ferramenta |
| Ator principal: | Backoffice |
| Pré-condições: | Computador com navegador de internet instalado, usuário com cadastro válido na plataforma e conexão com a Internet. Consumidor ou Cooperativa solicitando suporte. |

- Fluxo principal**
1. Consumidor/Cooperativa solicita suporte por meio de aplicativo no celular ou site da plataforma;
 2. Sistema abre um pop-up para chat;
 3. Backoffice digita mensagem e clica em responder;
 4. Sistema aguarda resposta de Consumidor/Cooperativa;
 5. Consumidor/Cooperativa encerra diálogo;
 6. Backoffice fecha pop-up;
 7. Sistema gera protocolo de atendimento.

- Fluxo Alternativo A**
1. Consumidor/Cooperativa cancela atendimento.

Identificação: UC017 - Aprovação de Cooperativa

Ator principal: Backoffice

Pré-condições: Computador com navegador de internet instalado, OSCIP com usuário cadastrado válido na plataforma, pelo menos uma Cooperativa com cadastro solicitado e conexão com a Internet.

- Fluxo principal**
1. Na tela principal, Backoffice seleciona opção “Aprovar Cooperativas”;
 2. Sistema direciona Backoffice à tela “Aprovar Cooperativas”;
 3. Backoffice avalia Cooperativa e seleciona as que deseja aprovar;
 4. Clica em Confirma;
 5. Sistema exibe mensagem “Cooperativas aprovadas com sucesso.”.

- Fluxo alternativo A**
1. Backoffice seleciona Reprovar.

Identificação: UC018 – Cadastro de Cotação de Fabricante/Recicladora

Ator principal: Fabricante/Recicladora

Pré-condições: Computador com navegador de internet instalado, OSCIP com usuário cadastrado válido na plataforma, pelo menos uma Cooperativa com cadastro solicitado e conexão com a Internet.

- Fluxo principal**
1. Na tela principal, Fabricante/Recicladora seleciona opção “Cotação”;
 2. Sistema direciona Fabricante/Recicladora à tela “Cotação”;
 3. Fabricante/Recicladora seleciona o item que deseja inserir ou

alterar cotação;

4. Digita o valor correto;
5. Clica em Confirma;
6. Sistema exibe mensagem “Cooperativas aprovadas com sucesso.”.

Fluxo alternativo A

1. Backoffice seleciona Cancelar.

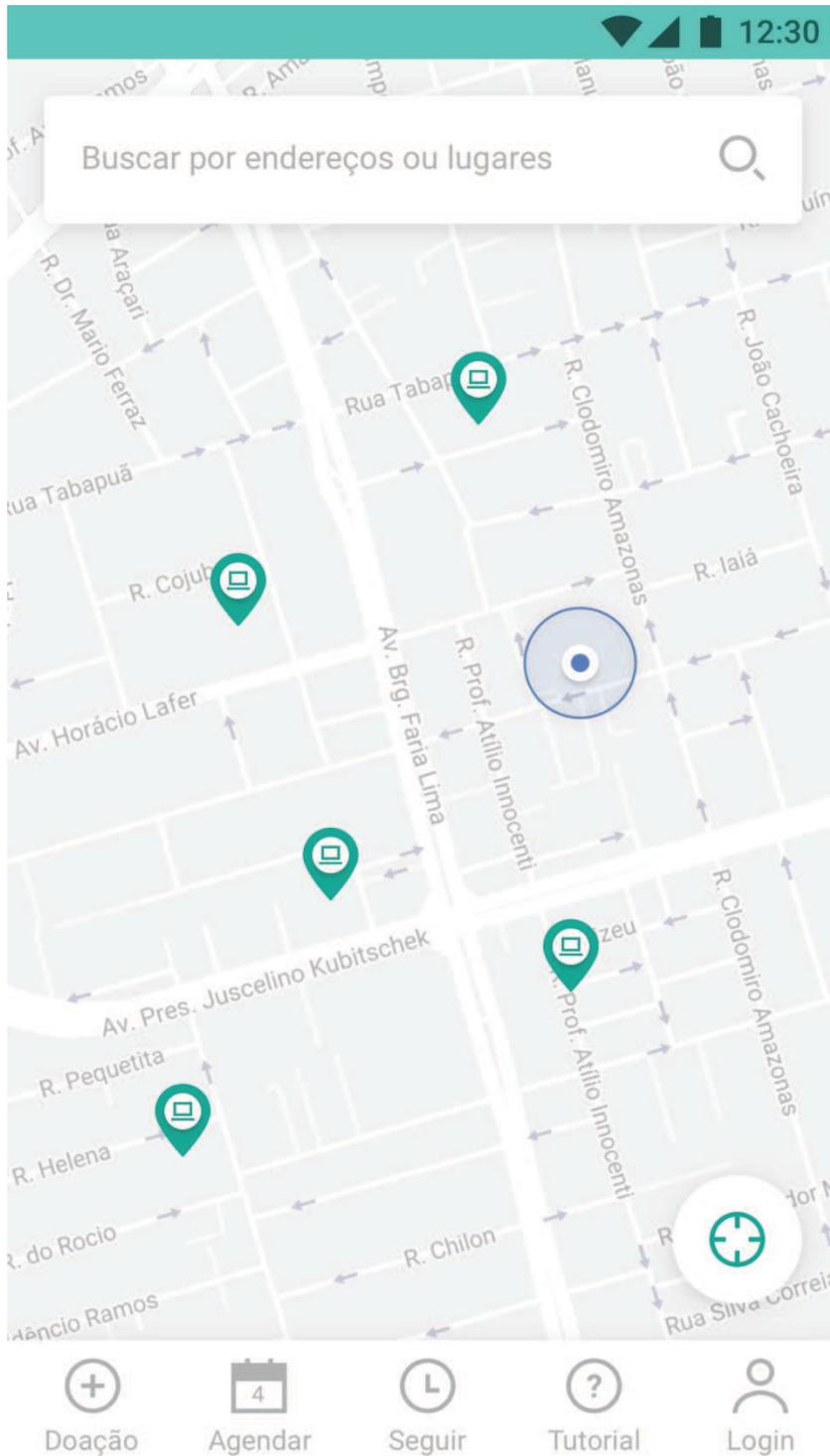
APÊNDICE B – PROTÓTIPO DA PLATAFORMA

Telas prototipadas para demonstração do MVP para *smartphones* da plataforma REEEcicla:

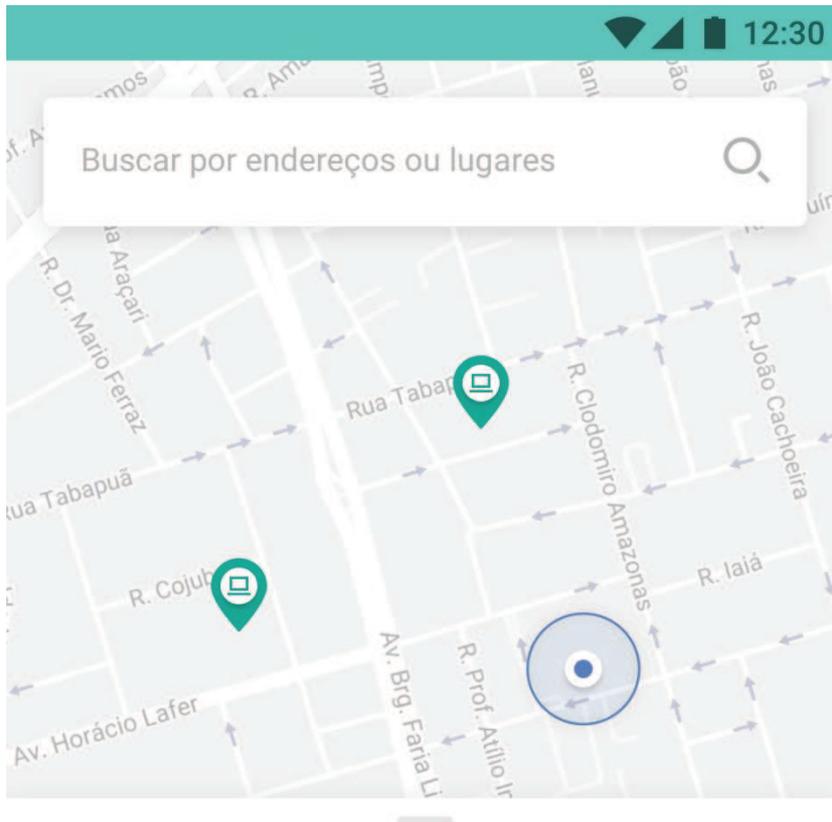
0.0 - Splash



1.0 - Home



1.1 – Info



Nome da Cooperativa

Rua Madalena, 123

11 91234-5678

Segunda a Sábado

10:00 - 22:00

Domingo e Feriados

14:00 - 20:00

[DOAÇÃO](#)

2.0 - Cadastro de Descarte

Nome da Cooperativa

Equipamentos para Doação

Você não perderá as informações dos equipamentos cadastrados caso queira trocar de cooperativa : D

| Marca: | Tipo: | Quantidade: | |
|--------|----------|-------------|---|
| Apple | Notebook | 1 unidade | × |
| Dell | Monitor | 2 unidade | × |
| HP | Notebook | 3 unidade | × |

Adicione ou agende uma coleta

NOVO EQUIPAMENTO

AGENDAR COLETA

CANCELAR

Doação Agendar Seguir Tutorial Login

2.1 - Novo Equipamento

The screenshot shows a mobile application interface for adding a new piece of equipment. At the top, there is a teal header bar with a back arrow and the text "Novo Equipamento". Below the header, the main content area is light gray and contains the following fields:

- Adicione um novo equipamento** (Add a new piece of equipment)
- Marca** (Brand): A dropdown menu with "Apple" selected.
- Tipo de Equipamento** (Equipment Type): A dropdown menu with "Notebook" selected.
- Modelo** (Model): A dropdown menu with "Macbook Pro 14,3" selected.
- Quantidade** (Quantity): A text input field with the value "1".

Below the form fields, there are two large buttons: a blue "INCLUIR" (Include) button and a dark gray "CANCELAR" (Cancel) button.

At the bottom of the screen, there is a navigation bar with five icons and their corresponding labels:

- Doação** (Donation): Represented by a plus sign icon.
- Agendar** (Schedule): Represented by a calendar icon with the number "4".
- Seguir** (Follow): Represented by a person icon with a lock symbol.
- Tutorial** (Tutorial): Represented by a question mark icon.
- Login** (Login): Represented by a person icon.

3.0 – Agendar

← Agendar Coleta

Nome da Cooperativa

Esta cooperativa faz duas coletas diárias, às 10h e às 15h de 2a a 6a feira.

< Julho >

| D | S | T | Q | Q | S | S |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | 31 | | | | |

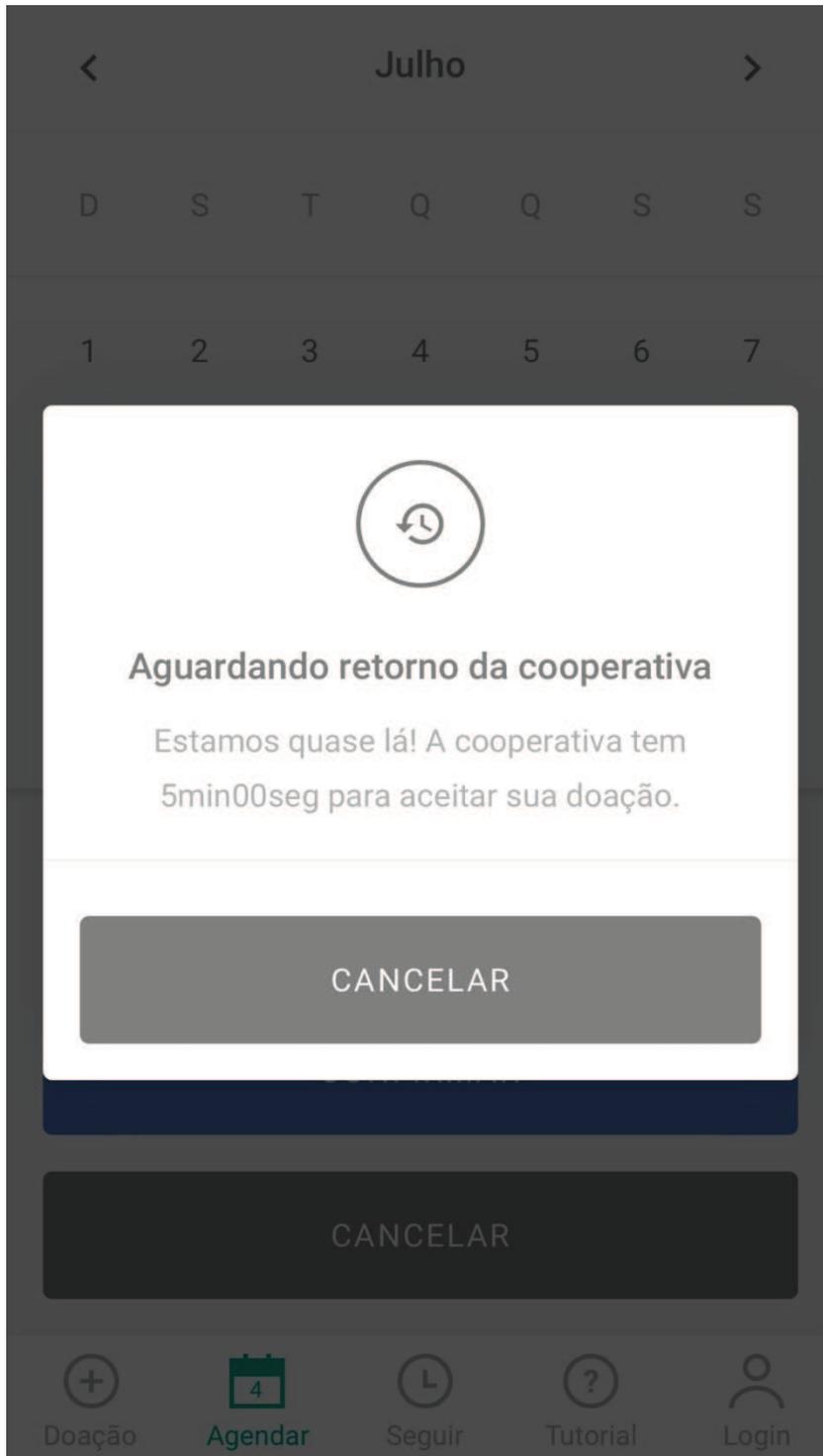
Concordo com os Termos de Doação

CONFIRMAR

CANCELAR

Doação Agendar Seguir Tutorial Login

3.1 Aguardando Retorno



3.2 Aceite



APÊNDICE C – CONFIGURAÇÃO MÍNIMA PARA UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA MULTILATERAL

Os requisitos mínimos da plataforma foram determinados considerando manter o desempenho da plataforma adequado dentro do menor custo possível. Nos quadros 5, 6 e 7 é possível verificá-los:

Quadro 5 – Configuração Mínima para o Cliente

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| Sistema Operacional | Windows ou Linux |
| Navegador Internet | Edge, Firefox ou Google Chrome |
| Memória RAM | 2 GB |
| Espaço livre em disco | 1 GB |

Fonte: Resultado da Pesquisa

Quadro 6 – Configuração Mínima para o Servidor

| | |
|------------------------------|------------------|
| Sistema Operacional | Windows ou Linux |
| Memória RAM | 4 GB |
| Espaço livre em disco | 50 GB |
| Banco de Dados | SQL Server Web |
| Servidor de Aplicação | Apache ou IIS |

Fonte: Resultado da Pesquisa

Quadro 7 – Configuração Mínima para o Smartphone Android

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Sistema Operacional | Android |
| Versão | 4.0 ou superior |
| GPS | Básico |
| Memória RAM | 1 GB |
| Espaço livre em disco | 100 MB |

Fonte: Resultado da Pesquisa

APÊNDICE D – ORÇAMENTOS PARA COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Para escolha do fornecedor que hospedaria a plataforma multilateral REEEcicla na nuvem, foram padronizados os orçamentos de três fornecedores. A escolha de um fornecedor de hospedagem em nuvem possui ofertas diversificadas, que normalmente são de difícil comparação. Para facilitar a visualização, foi criado o Quadro 8.

Quadro 8 – Orçamentos de Fornecedores de Computação em Nuvem

| Fornecedor | Locaweb | UOL Host | Google Cloud Platform |
|---|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Custo Mensal | R\$ 329,00 | R\$ 882,70 | USD 259.42 |
| Espaço em Disco | 50 GB | 100 GB | 50 GB |
| Memória | 4 GB | 4 GB | 4 GB |
| Processamento | 2 CPUs | 2 CPUs | 2 CPUs |
| Sistemas Operacionais Suportados | Linux e Windows | Linux e Windows | Linux e Windows |
| Banco de Dados Suportado | MySQL e SQL Server | SQL Server | SQL Server |
| Registro de Domínio | 1º ano grátis | não informado | não informado |
| Transferência de Dados | Ilimitada | Ilimitada | Ilimitada |
| Linguagens de Programação Suportadas | PHP e ASP.NET | não informado | não informado |
| Backup | Diário (com até 1 restore/mês) | Sim. Periodicidade não informada | Sim. Periodicidade não informada |

Fonte: Resultado da Pesquisa

Dentre os três fornecedores listados, escolhemos a Locaweb, que oferecia melhor custo benefício e maior adequação à configuração mínima da plataforma (APÊNDICE C). Os serviços em nuvem são cobrados mensalmente e conforme o uso. Pode-se contratar uma configuração mínima e aumentá-la conforme a demanda da plataforma multilateral. Outra vantagem da opção de computação em nuvem é que todos os custos de infraestrutura estão inclusos no serviço mensal, sem necessidade de investimento inicial. Caso seja necessário romper o contrato, o cancelamento é automático e sem ônus por rescisão. Todos os fornecedores disponibilizam serviços de monitoração, *load balancing*, controle de acessos, firewall e backup.

APÊNDICE E – ENTREVISTA NA RECICLADORA A

De acordo com o método da pesquisa, foi elaborado um questionário para a pesquisa de campo na recicladora A:

Pergunta: Quais fabricantes a recicladora A atende?

Resposta: Hitachi, Lenovo, AT&T, Panasonic, HP, Lexmark, Toshiba, OKI e Flex (a fabricante de eletrônicos que a originou).

Além dos fabricantes, a recicladora A atende a grandes geradores como Polícia Militar do Estado de São Paulo, Receita Federal e Cielo.

Pergunta: Existe procedimento para o consumidor iniciar a LR?

Resposta: Sim, por meio do site dos fabricantes clientes ou da própria recicladora.

Pergunta: Dos equipamentos vendidos, quantos retornam para continuar o ciclo de produto?

Resposta: Cerca de 96% do material retorna ao ciclo.

Pergunta: Qual o procedimento para triagem dos equipamentos?

Resposta: Descrito acima

Pergunta: Qual o custo de LR por equipamento reciclado? Este custo está previsto no preço?

Resposta: O custo não foi informado, mas está previsto no preço dos produtos comercializados.

Pergunta: Há algum custo adicional para o consumidor enviar o REEE para reciclagem?

Resposta: Não há custos adicionais.

Pergunta: Qual o processo de venda do material? Qual renda gerada?

Resposta: Dependendo do acordo feito com o fabricante, os materiais são devolvidos remanufaturados ou em forma de filamentos. Outros fabricantes preferem que a recicladora revenda os materiais e retornem o dinheiro. A renda gerada não foi informada.

Pergunta: Sugestões originadas na área de desmontagem são acatadas pelas áreas de desenvolvimento de produtos?

Resposta: Sim. Inclusive pelo laboratório de materiais da recicladora.

Pergunta: O que a recicladora acha da iniciativa quanto à viabilidade operacional, técnica e financeira desta pesquisa?

Resposta: A recicladora comentou apenas sobre a viabilidade operacional e técnica. Eles consideram o projeto viável, inclusive com uma integração com sua plataforma.

Pergunta: Como eles poderiam participar?

Resposta: A plataforma poderia ser integrada com o JIRA para abertura de Ordens de Serviço.

Pergunta: Qual o valor que a plataforma poderia trazer para a recicladora A e/ou fabricantes?

Resposta: Na visão da recicladora, a plataforma pode se tornar mais um canal de entrada de REEE.

Pergunta: Eles poderiam pagar algum valor para a plataforma (validação do nosso Canvas) em contrapartida das informações geradas?

Resposta: Não.

Pergunta: Qual a opinião sobre a participação de uma ONG/OSCIP (Instituto GEA) como mediador da plataforma?

Resposta: É muito importante que haja um mediador. Já temos relacionamento com a OSCIP mencionada.