

**Logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: proposta de uma
plataforma multilateral de negócios**

**Reverse logistics of waste electrical and electronic equipment: proposal of a multilateral
business platform**

**Logística inversa de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: propuesta de una
plataforma empresarial multilateral**

Recebido: 22/11/2019 | Revisado: 24/11/2019 | Aceito: 28/11/2019 | Publicado: 02/12/2019

Napoleão Verardi Galegale

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2228-9151>

Centro Paula Souza, Brasil

E-mail: nvg@galegale.com.br

Olivia Amaral Prado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9550-8277>

Centro Paula Souza, Brasil

E-mail: olivia.amaral@gmail.com

Marcelo Tsuguo Okano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1680-7821>

Centro Paula Souza, Brasil

E-mail: marcelo.okano@fatec.sp.gov.br

Pedro Luiz Cortez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4160-4073>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: plcortes@usp.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo 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 seu descarte será realizado de forma adequado, com um modelo de negócio sustentável. Trata-se de uma pesquisa de natureza tecnológica, aplicada, visando produzir o delineamento de uma plataforma de software. A pesquisa teve abordagem qualitativa à medida que procurou compreender as necessidades das partes interessadas na logística reversa de REEE. Utilizou-se o procedimento de estudo de campo para levantar os

requisitos necessários à plataforma e compreender como funciona o descarte de REEE, visando criar uma solução aplicável à realidade. As entrevistas foram conduzidas em duas cooperativas e uma recicladora, que atende a diversos fabricantes, terceirizando a logística reversa para eles. Quanto à originalidade, nenhuma plataforma de software com as características e modelo de negócios propostos foi identificada, tanto na literatura como em pesquisas na Internet, apesar de existirem aplicativos para este seguimento. Com base nos requisitos levantados no estudo de campo foi desenvolvido um produto mínimo viável (MVP) da plataforma multilateral denominada REEEcicla, em conjunto com um modelo de negócios. O MVP foi testado com duas cooperativas e uma OSCIP. Não houve oportunidade de testes com consumidores. Em termos de contribuições teóricas/metodológicas, o artigo utiliza uma abordagem interdisciplinar e propõe uma aplicação prática e inovadora do uso de uma plataforma tecnológica e de um modelo de negócio para melhorar o tratamento de REEE.

Palavras-chave: Logística Reversa; Plataformas Multilaterais; REEE; Sistemas Produtivos.

Abstract

This paper aims to identify the necessary requirements for a multilateral platform that allows the indication and referral of WEEE, at the end of its useful life or unused, to places where it will be properly disposed of with a sustainable business model. This research has a technological nature, applied, aiming to produce the software platform design. The research took a qualitative approach as it sought to understand the needs of stakeholders in reverse WEEE logistics. The field study procedure was used to raise the necessary requirements for the platform and to understand how WEEE disposal works, in order to create a solution applicable to reality. The interviews were conducted in two cooperatives and one recycler, which serves several manufacturers, outsourcing reverse logistics to them. As for originality, no software platform with the proposed features and business model has been identified, either in the literature or in Internet research, although there are applications for this follow-up. Based on the requirements raised in the field study, a minimum viable product (MVP) of the multilateral platform called REEEcicla was developed, together with a business model. MVP has been tested with two cooperatives and one OSCIP. There was no opportunity for consumer testing. In terms of theoretical / methodological contributions, the article uses an interdisciplinary approach and proposes a practical and innovative application of the use of a technological platform and a business model to improve the treatment of WEEE.

Keywords: Reverse Logistic; Multisided Platforms; WEEE; Productive Systems.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo identificar los requisitos necesarios para una plataforma multilateral que permita la indicación y derivación de RAEE, al final de su vida útil o sin usar, a lugares donde se eliminará adecuadamente con un modelo de negocio sostenible. Es una investigación de naturaleza tecnológica, aplicada, cuyo objetivo es producir el diseño de una plataforma de software. La investigación adoptó un enfoque cualitativo al tratar de comprender las necesidades de las partes interesadas en la logística inversa de RAEE. El procedimiento de estudio de campo se utilizó para elevar los requisitos necesarios para la plataforma y comprender cómo funciona la eliminación de RAEE, a fin de crear una solución aplicable a la realidad. Las entrevistas se realizaron en dos cooperativas y un reciclador, que atiende a varios fabricantes, subcontratando logística inversa para ellos. En cuanto a la originalidad, no se ha identificado ninguna plataforma de software con las características propuestas y el modelo de negocio, ya sea en la literatura o en la investigación en Internet, aunque existen aplicaciones para este seguimiento. Con base en los requisitos planteados en el estudio de campo, se desarrolló un producto mínimo viable (MVP) de la plataforma multilateral llamada REEEcicla, junto con un modelo de negocio. MVP ha sido probado con dos cooperativas y un OSCIP. No hubo oportunidad para las pruebas de consumo. En términos de contribuciones teóricas/metodológicas, el artículo utiliza un enfoque interdisciplinario y propone una aplicación práctica e innovadora del uso de una plataforma tecnológica y un modelo de negocio para mejorar el tratamiento de los RAEE.

Palabras clave: Logística Inversa; Plataformas Multilaterales; RAEE; Sistemas Productivos.

1. Introdução

A meia vida de um produto tecnológico é inferior a dezoito meses, muito superior à depreciação de qualquer outro bem de consumo (Gigante, Rigolim & Marcelo, 2012). A vida útil de equipamentos caiu de 10,7 anos para 5,5 anos no período entre os anos de 1985 e 2000 (Araújo, Magrini, Mahler & Bilitewski, 2012). A divergência entre autores 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 et al., 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).

Quando ocorre o descarte indevido dos 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), 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 (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 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.

O relatório *eWaste in Latin America: Statistical analysis and policy recommendations* (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) que quantifica os computadores existentes em domicílios e empresas por região

brasileira (Comitê Gestor da Internet no Brasil - CGI.BR, 2016). 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.

O cenário atual é oportuno para análises econômicas, legislativas, ambientais, de imagem da empresa 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 por meio de uma plataforma multilateral apoiada no conceito de negócios multilaterais.

Plataformas multilaterais possuem seu modelo de negócios conhecido há séculos, todavia, esta denominação não era conhecida até os anos 2000, quando Rochet & 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 objetivo 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 o seu descarte será realizado de forma adequado, com um modelo de negócio sustentável.

Este estudo pode ser orientado pela seguinte questão de pesquisa: Quais são os requisitos de uma plataforma multilateral de software para possibilitar o aumento da quantidade de REEE destinados à logística reversa, com ênfase em equipamentos de Tecnologia de Informação (TI) portáteis e de pequeno porte no Estado de São Paulo?

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

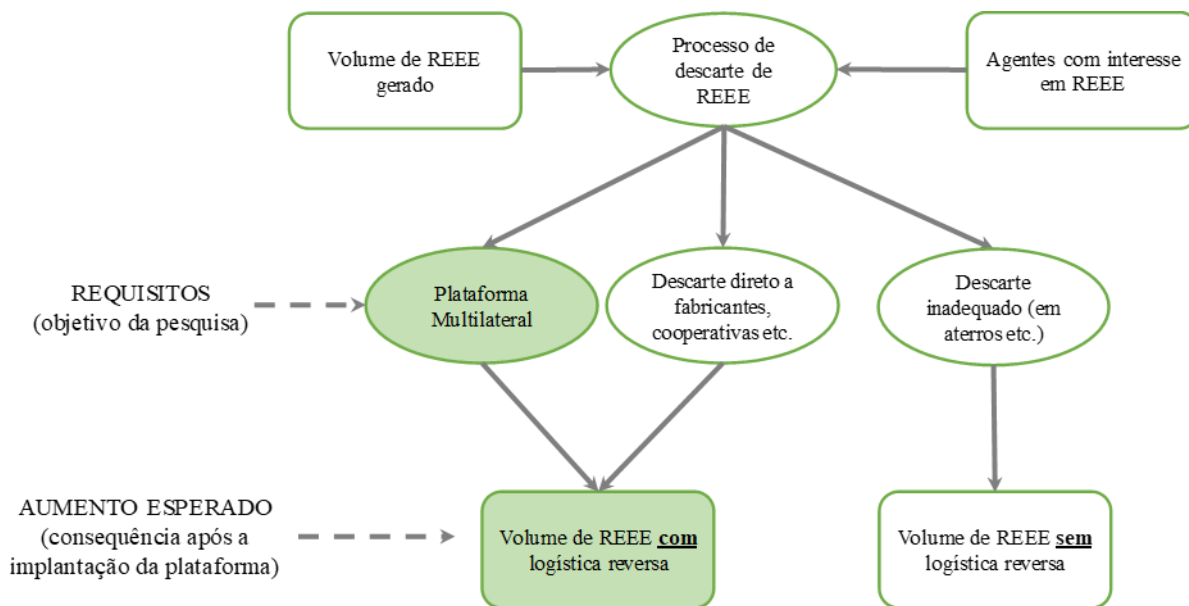


Figura 1 – Diagrama da Intervenção da Plataforma Multilateral Proposta

Fonte: Resultado da Pesquisa

2. Referencial Teórico

2.1. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE)

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

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, 2017). 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 & Kahhat, 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, adotando classificação realizada pela Prefeitura Municipal de São Paulo (São Paulo, 2014) que engloba desk top, notebook, impressoras, monitores, celulares e outros 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, (Franco & 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 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2015) sobre população e geram projeções com base nas vendas e pesos de equipamentos eletroeletrônicos.

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 (Franco & Lange, 2011).

A União Européia 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 (União Européia, 2009).

No Brasil, a 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 (IPEA, 2010).

2.2. Logística Reversa

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 et al., 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, C. A., Manzini, E., 2008).

A visão da cadeia de valor incluindo a logística reversa, 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.

O esforço para a realização da logística reversa depende dos fabricantes, do governo, dos consumidores e agentes de toda a cadeia de produção. 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.

2.3. Plataformas Multilaterais

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 que atenda a todos os interesses (Evans & Schmalensee, 2016).

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).

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. (Evans & Schmalensee, 2016).

Para definir a precificação em plataformas multilaterais, é necessário responder a três perguntas: (i) Quão sensível é cada grupo ao preço? (ii) Qual parte precisa da outra, por que precisa e quanto precisa? (iii) Alguma parte controla quando iniciará a interação?

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 milhões de artigos em 270 línguas (PINK, 2011).

2.4. Modelo de Negócios

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, A., Pigneur, Y., Tucci, C. L., 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 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: (i) Parcerias-chave; (ii) Atividades-chave; (iii) Recursos-chave; (iv) Estrutura de custos; (v) Proposta de valor; (vi) Relacionamento com clientes; (vii) Segmentos de clientes; (viii) Canais; e (ix) Fontes de receitas.

O metamodelo Canvas é adequado às novas modelagens de negócios que requerem agilidade. 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 nesta pesquisa.

2.5. Requisitos de Sistema

A plataforma multilateral proposta nesta pesquisa está alicerçada em um sistema baseado em aplicativos de software. Os requisitos de um sistema representam um contrato que declara o que se espera do 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, G., Rumbaugh, J. & Jacobson, I., 2006). 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).

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, G., Rumbaugh, J. & Jacobson, I., 2006). Para o desenvolvimento da plataforma multilateral proposta, inicialmente, foram escolhidos os diagramas de caso de uso. A implementação da plataforma poderá apontar a necessidade de utilização de outros diagramas.

2.6. Sistema de Informações Geográficas (SIG)

A plataforma multilateral se beneficiará do uso de um SIG 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.

O SIG é definido 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, pp.3). Sua aplicação varia 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, o SIG faz 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, 2013).

3. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de natureza tecnológica, aplicada, como objetivo de produzir o delineamento de uma plataforma de software (Souza, Muller, Fracassi & Romeiro, 2013). A pesquisa teve abordagem qualitativa à medida que procurou compreender as necessidades das partes interessadas na logística reversa.

Foi elaborada uma pesquisa bibliográfica para a fundamentação teórica envolvendo os temas relacionados. As referências foram obtidas com base nos descritores relacionados aos REEE indicados em Gigante et al., (2012), triados por resumo, palavras-chave e ano de publicação. O fichamento das referências foi realizado no software Mendeley.

Utilizou-se o procedimento de estudo de campo com o objetivo de levantar os requisitos necessários à plataforma multilateral, identificar os lados da plataforma e compreender como funciona o descarte de REEE para criar uma solução aplicável à realidade das partes interessadas. Foi conduzido na forma de imersão não sequencial em duas cooperativas de catadores, uma recicladora (que representa alguns fabricantes de eletrônicos) e uma ONG, estabelecidas na Grande São Paulo, com observações inquisitivas e holísticas, habilidades sociais e técnicas de aproximação. Questionários semiestruturados foram aplicados e os resultados registrados em forma de diagramas, mapas, fotos e descrições (Sampieri, Collado & Lucio, 2013). O resultado obtido em campo refletiu o mapeamento da cadeia de valor dos produtos eletroeletrônicos identificados na fundamentação teórica, possibilitando a compreensão das etapas de descarte, pontos de ruptura e requisitos.

Por fim, foi realizado um mapeamento de plataformas e aplicativos com objetivos semelhantes ao desta pesquisa, visando a identificação de lacunas e oportunidades.

4. Resultados e Discussões

4.1. Cooperativas

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 (IPEA, 2013).

As cooperativas são parte da cadeia de valor da reciclagem. 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 e os revendem a comerciantes (IPEA, 2013). As tabelas de preços não seguem uma padronização. 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. Quando são gerados grandes volumes de material reciclável, as cooperativas podem vendê-los diretamente às indústrias recicladoras. Catadores independentes também vendem 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).

O mapeamento e validação dos requisitos da plataforma multilateral valeu-se de levantamentos a duas cooperativas: Recifavela e Coopernova.

Localizada no bairro de Vila Prudente, na cidade de São Paulo, SP, Brasil, 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 <https://www.recifavela.com.br>. 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. 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.

Criada em 1999, mas registrada apenas em 2008, a Coopernova localiza-se em Cotia, município da região metropolitana de São Paulo, SP, Brasil. Nela, trabalham 35 cooperados em uma área com 250 m². Em seu site, a Coopernova declara sua missão e objetivos em forma de visão e informa que preparou para reciclagem 170 toneladas de materiais no segundo semestre de 2016, conforme consta em seu site <https://www.coopernovacotiarecicla.com/>. Segundo relatos dos cooperados, foram aproveitados os conhecimentos obtidos nos treinamentos sobre eletrônicos para melhorar a triagem de outros materiais. Há procedimentos para triagem e obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Os materiais não são vendidos a atravessadores e a Coopernova emite nota fiscal para a revenda dos materiais para reciclagem. A coleta conta com uma rede de quatro pontos de entrega na cidade de Cotia, inclusive em dois supermercados. Há caminhões próprios com rotas predefinidas e caminhões de coleta da prefeitura de Cotia. Ela não atua com catadores, apenas com cooperados que moram nas redondezas da Copernova. Além disso, há parcerias com o Instituto GE e Correios, entre outros.

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. 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.

4.2. Fabricantes

Apenas um fabricante respondeu às tentativas de contato e solicitação de visita – a Hewlette Packard (HP), que direcionou o atendimento a uma recicladora terceirizada.

As informações referentes aos procedimentos de logística reversa divulgadas por quatro principais fabricantes de equipamentos: HP, Dell Technologies, Apple Computer, Positivo Informática e Acer) em seus sites na Internet, indicam a devolução de equipamentos pelo consumidor. Em geral, para proceder com a devolução, o consumidor deverá entrar em contato com a central de atendimento do fabricante e solicitar uma retirada. O fabricante informa o procedimento para embalagem e retirada do equipamento.

4.3. Recicladoras

Empresas de reciclagem profissional desempenham um papel relevante na logística reversa. A pesquisa de campo concentrou-se em uma empresa que presta serviços para vários fabricantes de equipamentos, entre os quais a HP, possui as principais certificações ambientais e solicitou a não divulgação de seu nome.

Localizada na cidade de Sorocaba, SP, Brasil, a Recicladora tem como principal foco a inovação 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: (i) Pesquisa e Desenvolvimento (análise dos materiais e feedbacks aos fabricantes associados para melhorias no ciclo de vida de produtos); (ii) Educação (conscientização da comunidade em economia circular e reciclagem); (iii) Logística reversa (conectar o usuário final com a recicladora, operação da reciclagem); e (iv) Fábrica (remanufatura de plásticos reciclados). Recebe 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 de processamento da recicladora é de 3.000 toneladas de REEE por mês em 3 turnos de trabalho. Atualmente, apenas um terço desta capacidade é utilizada. Entre seus clientes estão fabricantes de eletrônicos e grandes empresas geradoras de resíduos. Ao final do ciclo, os fabricantes que contratam os serviços da Recicladora recebem laudos atestando a destinação adequada dos REEE.

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.

4.4. Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público

As Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIPIs) e Organizações Não Governamentais (ONGs) têm desempenhado um papel importante na conscientização e educação ambiental. A pesquisa de campo concentrou-se no Instituto GEA, em razão de ter conduzido o projeto Eco-Eleto para capacitar as cooperativas na realização da triagem e destinação adequada dos REEE. O Instituto possui vários projetos, todos ligados à coleta seletiva de resíduos e reciclagem (<http://www.institutogea.org.br>).

O projeto Eco-Eleto aconteceu em duas fases: a primeira entre 2011 e 2012 e a segunda entre 2014 e 2015. O projeto foi patrocinado pela PETROBRAS, por meio de um programa denominado “Desenvolvimento e Cidadania”. Os treinamentos foram realizados no Laboratório de Sustentabilidade (LASSU), da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), com um módulo teórico e outro prático.

4.5. Aplicativos Atuais para Reciclagem de Resíduos

O mapeamento de plataformas e aplicativos com objetivos semelhantes ao desta pesquisa constatou que a maioria deles funciona no modelo de plataformas bilaterais, apenas ligando o consumidor ao ponto de entrega. Atuam 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 como também não foi possível evidenciar o modelo de negócio das plataformas/aplicativos pesquisados. O Quadro 1 apresenta os aplicativos identificados, respectivas datas da última atualização, quantidade de downloads e o status de atividade.

Quadro 1 – Capilaridade dos Aplicativos Atuais de Reciclagem de Resíduos

Aplicativo	Última atualização	Qtde. downloads	Ativo
Rota da Reciclagem	16/07/2015	1.000 a 5.000	Sim
Cataki	13/10/2017	1.000 a 5.000	Sim
Heróis da Reciclagem	14/10/2016	500 a 1.000	Não
Ingages	23/08/2015	100 a 500	Não

Aplicativo	Última atualização	Qtde. downloads	Ativo
Reciclagem de Plásticos	17/07/ 2017	100 a 500	Sim

Fonte: Resultado da Pesquisa

A quantidade de downloads dos aplicativos é muito pequena em relação à população que possui smartphones. Foram consideradas apenas plataformas presentes no sistema operacional Android, pelo motivo do mesmo possuir maior capilaridade em celulares de baixo custo (Gartner, 2017).

4.6. Requisitos da Plataforma Multilateral Proposta – REEEcicla

4.6.1. Modelo de Negócios para Suportar a Plataforma REEEcicla

A proposta da plataforma multilateral denominada REEEcicla, foi direcionada para atender a literatura e os resultados da pesquisa de 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. É um lado que depende do consumidor para receber resíduos eletroeletrônicos.

O consumidor é o lado que controla as interações. Ele pode ser agrupado entre grandes geradores e usuários domésticos. O incentivo do usuário doméstico deverá ser 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 já está prevista por alguns. Infere-se que é uma parte não sensível a preço, uma vez que são grandes empresas e devem atender a legislação do setor. Logo, considerando-se a legislação vigente, os custos incorridos com programas de logística reversa já deveriam estar embutidos 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.

Todas as interações financeiras serão controladas pela plataforma REEEcicla. Ao realizar a transferência do dinheiro do fabricante/recicladora para a cooperativa, a plataforma descontará sua remuneração. A Figura 2 mostra o modelo de negócio, de maneira simplificada, da plataforma REEEcicla.

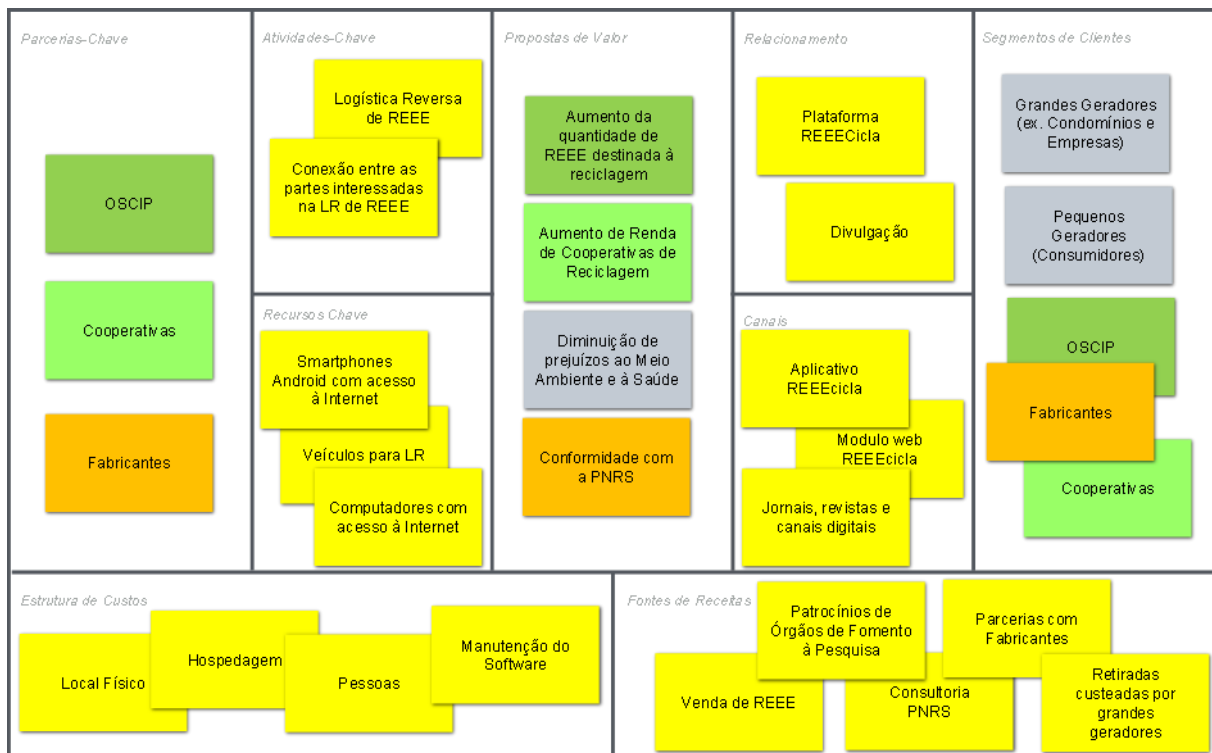


Figura 2 – Canvas da Plataforma Multilateral REEEcicla

Fonte: Resultado da Pesquisa

4.6.2. Casos de Uso da Plataforma REEEcicla

A Figura 3 ilustra a plataforma REEEicla 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 implementada a qualquer momento, como uma atividade de melhoria contínua.

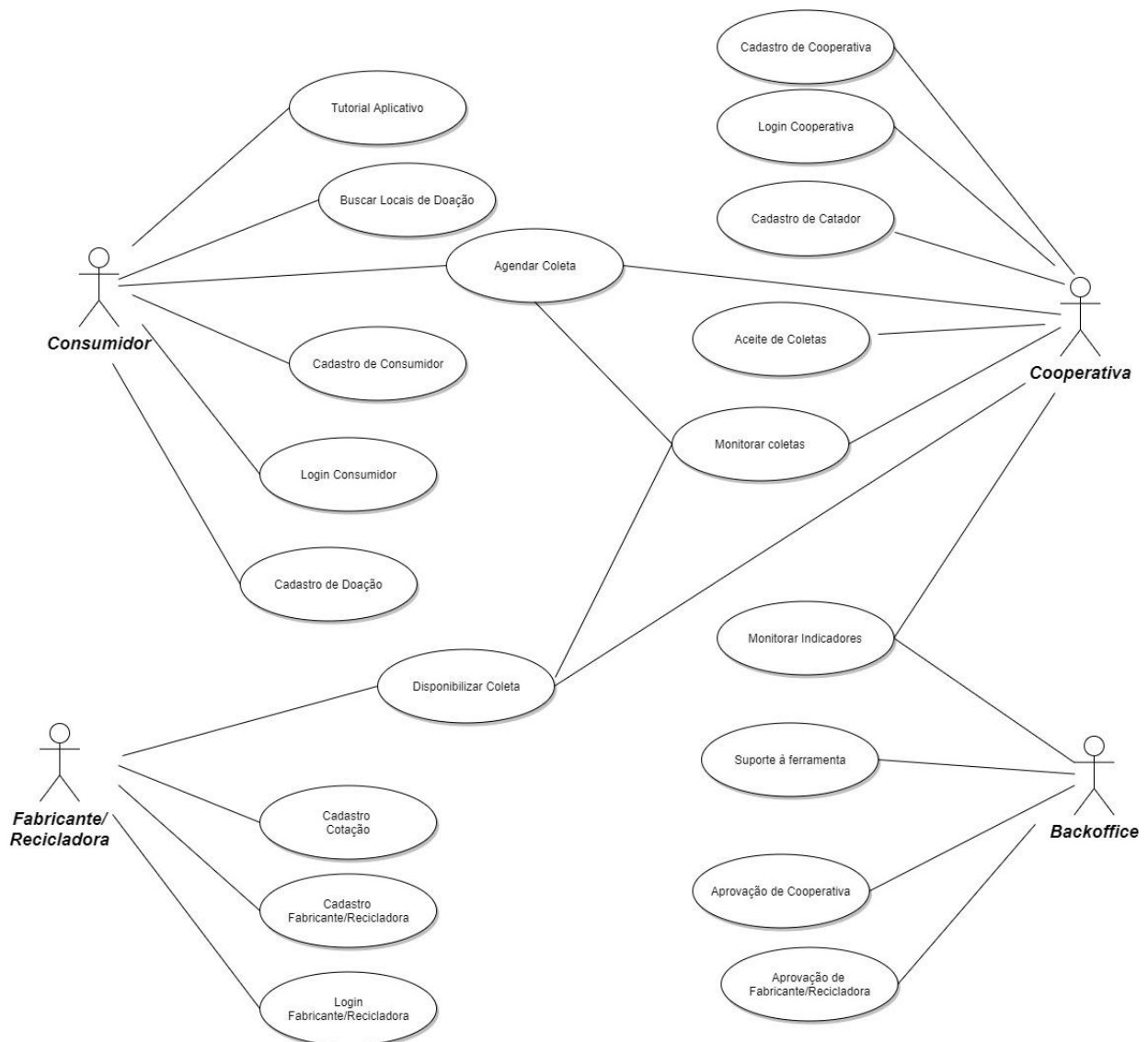


Figura 3 – Diagrama de Caso de Uso da Plataforma REEEicla

Fonte: Resultado da Pesquisa

Resumidamente, os atores se comportam da seguinte maneira: o tipo de ator 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 para coletar REEE. Posteriormente, o Consumidor fará o agendamento, fornecendo 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.

No diagrama, o tipo de ator Cooperativa representa as cooperativas de reciclagem, mas, também (desde que aprovado pelo 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, Cadastro de Catador, Agendar Coleta, Monitorar Coletas e Disponibilizar Coleta.

O Backoffice é um tipo de ator responsável pelo suporte à plataforma REEEicla, que neste caso será uma OSCIP. Este ator 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: Balanço de Massa de REEE Direcionados (em quilos), Quantidade de Cooperativas Atendidas, Quantidade de Usuários Atendidos e Distância Média dos Domicílios Até o Ponto de Entrega (em Km), entre outros. O Backoffice também verificará na loja de aplicativos de smartphones 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 REEEicla.

O tipo de ator Fabricante/Recicladora pode representar tanto os fabricantes de equipamentos de TI quanto os importadores ou varejistas que comercializam estes equipamentos, bem como as Recicladoras, que concentram as coletas de cooperativas e operadores logísticos particulares.

Os tipos de atores Cooperativas e Fabricantes/Recicladoras compartilham a funcionalidade Disponibilizar Coletas com as condições, datas e horários em que podem coletar REEE.

4.6.3. MVP da Plataforma REEEcicla

Para identificar e corrigir rapidamente os erros, e criar produtos e serviços que atendam os clientes, Ries (2014) propôs o método construir-medir-aprender. Este método foi aplicado na criação da plataforma 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 (<https://www.invisionapp.com/>). 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 conclusão 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. No caso da plataforma REEEcicla algumas abstrações da realidade foram feitas para agilizar a construção e diminuir os custos da prototipação. O protótipo funcionou como se fosse uma animação da plataforma idealizada.

5. Considerações Finais

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

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 OSCIP. Uma limitação da pesquisa é a falta de oportunidade de testes com consumidores. O protótipo também não previu funcionalidades que afetassem os Fabricantes/Recicladoras.

O Quadro 2 exibe a proposta de evolução da plataforma como contribuição futura a esta pesquisa.

Quadro 2 – Evolução da Plataforma REEEcicla

Etapa	OSCIPI	Cooperativas	Catadores	Consumidores	Melhorias em comum
1	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
2	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
3	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

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.

Referências Bibliográficas

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (2017). Panorama Econômico. Recuperado em 10 outubro, 2017 de <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon40.htm>>.

Araújo, M. G., Magrini, A., Mahler, C. F., Bilitewski, B. (2012). A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. *Waste Management*, 32 (2), 335-342.

Babbitt, C. W., Williams, E. & Kahhat, R. (2011). Institutional disposition and management of end-of-life electronics. *Environmental science & technology*, 45 (12), 5366-5372.

Booch, G., Rumbaugh, J. & Jacobson, I. (2006). *UML: guia do usuário*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil.

Brasil. Lei n. 12.305, de 2 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. Recuperado em 01 setembro, 2017, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9841.htm.

Editora ABNT (2013). NBR NBR16156. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos — Requisitos para atividade de manufatura reversa. Rio de Janeiro: ABNT. Autor.

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

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2013). Situação das catadoras e catadores de material reciclável e reutilizável. Recuperado em 07 setembro, 2017, de http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/situacao_social/130910_relatorio_situacaosocial_mat_reciclavel_regiaosudeste.pdf.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2010) Diagnóstico sobre catadores de resíduos sólidos. Recuperado em 07 setembro, 2017, de http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_catadores_residuos.pdf.

Burrough, P. A., McDonnell, R. A., Lloyd, C. D. (2015). *Principles of geographical information systems* (3^a ed.). Oxford: Oxford University Press.

Chen, M., Ogunseitan, O. A., Wang, J., Chen, H., Wang, B. & Chen, S. (2016). Evolution of electronic waste toxicity: Trends in innovation and regulation. *Environment international*, 89, 147-154.

Evans, D. S., Schmalensee, R. (2016). *Matchmakers: the new economics of multisided platforms*. Boston: Harvard Business Review Press.

Franco, R. G. F., Lange, L. C. (2011) Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 16 (1), 73-72.

Gartner. (2017). Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Grew 9 Percent in First Quarter of 2017. Recuperado em 07 outubro, 2017, de: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3725117>.

Gigante, L. C., Rigolin, C. C. D., Marcelo, J. F. (2012) Redes sociais de produção e colaboração tecnológica para o descarte de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, 1 (2), 52-64.

Lavez, N., Souza, V. M., Leite, P. R. (2011). O papel da logística reversa no reaproveitamento do “lixo eletrônico”– um estudo no setor de computadores. *RGSA-Revista de Gestão Social e Ambiental*, 5 (1), 15-32.

Leite, P. R. (2017). *Logística Reversa: Sustentabilidade e Competitividade*. 3ª ed. São Paulo: Saraiva.

Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept. *Communications of the association for Information Systems*, 16 (1).

Pink, D. H (2011). *Drive: The surprising truth about what motivates us*. New York: Riverhead Books.

Pressman, R. S. (2010). *Engenharia de Software* (6ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

Ries, E. (2014). A startup enxuta. São Paulo: Leya.

Rochet, J. & Tirole, J. (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 1 (4), 990-1029.

Rodrigues, A. C. (2007). Impactos sócio-ambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil.

Rodrigues, A. C., Gunther, W. M. R. & Boscov, M. E. G. (2015). 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*, 20 (3), p. 437-447.

Sampieri, R., Collado, C., Lucio, M. P. B (2013). Metodologia de pesquisa. Porto Alegre: McGraw Hill.

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

Schwanke, C. (2013). Ambiente: Tecnologias: Série Tekne. Porto Alegre: Bookman.

Souza, D., Muller, D. M., Fracassi, M. A. T. & Romeiro, S. B. B. (2013). Manual de orientações para projetos de pesquisa. Novo Hamburgo: FESLSVC.

União Européia (2009). Parlamento Europeu e do Conselho. Diretiva 125/2009. Recurada em 17 fevereiro, 2018, de <<http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/?uri=CELEX:32009L0125>>.

United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability – UNU-IAS (2015). eWaste in Latin America: Statistical analysis and policy recommendations. Recuperado em 05 outubro, 2017, de <<http://www.gsma.com/latinamerica/report-united-nations-university-electronic-waste>>.

Xavier, L. H. & Carvalho, T. C. (2017). Gestão de resíduos eletroeletrônicos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

Vezzoli, C. A., Manzini, E. (2008). Design for environmental sustainability. Springer Science & Business Media.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Napoleão Verardi Galeale – 35%

Olivia Amaral Prado – 35%

Marcelo Tsuguio Okano – 15%

Pedro Luiz Cortez – 15%