

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Welington Matias dos Santos Silva

**GEOPROCESSAMENTO NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DA
CADEIA DE SUPRIMENTOS DE APARELHOS DE
TELEFONIA MÓVEL**

Dissertação de Mestrado

Santo André

2017

Wellington Matias dos Santos Silva

**GEOPROCESSAMENTO NA GESTÃO SUSTENTÁVEL
DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE APARELHOS DE
TELEFONIA MÓVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do ABC, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental. Linha de pesquisa: Sistemas Ambientais.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Diana Sarita Hamburger

Santo André

2017

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC
Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Matias dos Santos Silva, Welington
GEOPROCESSAMENTO NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DA CADEIA DE
SUPRIMENTOS DE APARELHOS DE TELEFONIA MÓVEL / Welington
Matias dos Santos Silva. — 2017.

125 fls. : il.

Orientadora: Diana Sarita Hamburger

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Santo André, 2017.

1. logística sustentável. 2. celulares. 3. sistemas de informações geográficas. I.
Sarita Hamburger, Diana. II. Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia Ambiental, 2017. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Fundação Universidade Federal do ABC
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental
Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017
pgcta@ufabc.edu.br

FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Welington Matias dos Santos Silva, realizada em 1 de fevereiro de 2017:

Prof.(a) Dr.(a) **Diana Sarita Hamburger** (Universidade Federal do ABC) – Presidente

Prof.(a) Dr.(a) **Neusa Serra** (Universidade Federal do ABC) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Gerardo Alberto Silva** (Universidade Federal do ABC) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Luísa Helena dos Santos Oliveira** (Universidade Federal do ABC) – Membro Suplente

Prof.(a) Dr.(a) **Silvana Maria Zioni** (Universidade Federal do ABC) – Membro Suplente

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

Santo André, 24 de abril de 2017.

Assinatura do autor: _____



Assinatura do orientador: _____



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Dora, minha amada filha.

Mesmo sem se dar conta, ela foi a principal incentivadora dos meus esforços para iniciar e concluir esta dissertação.

AGRADECIMENTOS

Meus principais agradecimentos vão para a minha orientadora, a professora Diana Sarita Hamburger. O primeiro deles por ter acreditado no meu projeto e na minha capacidade de realizá-lo, mostrando grande confiança ao aceitar me orientar nessa dissertação. Além disso, agradeço por todos os direcionamentos preciosos e pelas correções de rumo, aos quais ela submeteu a pesquisa. Agradeço muito por toda a sua disponibilidade e paciência ao longo de todas as etapas deste trabalho.

Agradeço à reitoria da Universidade Federal do ABC, pela oportunidade de pesquisa que me concederam através do Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, também por toda a estrutura que foi disponibilizada nessa Universidade. Agradeço também a todos os professores e técnicos da UFABC, os quais de alguma forma me ajudaram na conclusão desta dissertação.

Agradeço à minha querida mãe, Edite Matias, pelo incentivo que ela sempre deu para a minha dedicação aos estudos.

Agradeço à minha muito preciosa esposa, Kledione, por, entre outras qualidades, ser tão companheira e por sempre acreditar nas minhas forças e estimulá-las para conclusão deste e dos demais projetos nos quais me engajo.

Agradeço ao meu, outrora orientador e hoje amigo, professor Arlei Benedito Macedo, por todos os ensinamentos que me transmitiu e pela minha introdução no rico mundo do geoprocessamento.

Agradeço aos queridos amigos, José Pinto de Oliveira Júnior, o qual foi o principal incentivador para meu ingresso no mundo acadêmico e, Raul Vitor Araújo Souza, pelo apoio costumeiro.

RESUMO

As crescentes demandas socioambientais estão conduzindo os pesquisadores ao estudo de aplicações da logística para a sustentabilidade. Isso fez emergir o conceito de gestão sustentável da cadeia de suprimentos, o qual conduz a uma visão mais holística da cadeia de suprimentos. A gestão do ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos se insere nesse contexto, devido à crescente necessidade de coleta e de tratamento para os resíduos desses dispositivos. Os aparelhos de telefonia móvel estão entre os equipamentos eletroeletrônicos, cuja gestão do ciclo de vida é mais desafiadora. A presente pesquisa objetivou avaliar a aplicabilidade das técnicas de geoprocessamento na gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel no Brasil. Para tanto, o estudo adotou os seguintes métodos: realizou uma revisão bibliográfica qualitativa a respeito dos temas principais do trabalho; aprofundou a análise da literatura sobre os aparelhos de telefonia móvel, através de uma revisão bibliográfica quantitativa; estudou o projeto de gestão de resíduos eletroeletrônicos, denominado “Descarte ON”, implantado no município de São Paulo; elaborou um mapa conceitual que permite visualização de processos característicos do de um sistema *web-gis* voltado para o ciclo de vida dos aparelhos em foco. Ficou demonstrado que, principalmente no Brasil, são poucos os trabalhos sobre a gestão sustentável da cadeia de suprimentos. Quanto aos aparelhos de telefonia móvel, há um problema similar, existindo poucos estudos brasileiros que indicam abordagens para o enfrentamento das particularidades do canal logístico em questão. Os resultados da pesquisa quantitativa sobre os aparelhos de telefonia apontam que a gestão dos resíduos desses aparelhos ainda é incipiente em todo o mundo. Algumas das limitações dos programas de gestão desses resíduos são o baixo grau de integração entre os membros dessa cadeia de suprimentos, a carência de iniciativas para o engajamento do consumidor final; e, os problemas logísticos relacionados à coleta dos aparelhos de pós-consumo. A análise sobre o projeto “Descarte ON” mostrou que, embora possua aspectos inovadores e com potencial de sucesso, as informações disponibilizadas indicam que esse projeto mantém falhas semelhantes às observadas em iniciativas similares. Por fim, o mapa conceitual proposto no estudo demonstra que um sistema *web-gis* possui um forte potencial para integrar os atores envolvidos na cadeia logística dos aparelhos de telefonia móvel e também de minimizar as limitações atuais dos programas de logística reversa voltados para esses dispositivos.

Palavras-chave: logística sustentável; celulares; sistemas de informações geográficas.

ABSTRACT

The increasing socio-environmental demands are leading the researchers to study the applications of logistics for sustainability. This has given rise to the concept of sustainable supply chain management, which leads to a more holistic view of the supply chain. The lifecycle management of electrical and electronic equipment is part of this context, due to the increasing need for collection and treatment of waste from these devices. Mobile telephones are among the electronics, whose life cycle management is more challenging. This study aimed to evaluate the applicability of geoprocessing techniques in the sustainable management of the supply chain of mobile telephony devices in Brazil. In order to do so, the study adopted the following methods: a qualitative bibliographical review on the main themes of the work; Deepened the analysis of the literature on mobile handsets, through a quantitative bibliographic review; Studied the project of management of electrical and electronic residues, denominated "Descarte ON", implanted in the city of São Paulo; Elaborated a conceptual map that allows visualization of processes characteristic of a web-gis system focused on the life cycle of the devices studied here. It has been demonstrated that, mainly in Brazil, there are few studies on the sustainable management of the supply chain. As for mobile telephones, there is a similar problem, and there are few Brazilian studies that indicate approaches to address the particularities of the logistics channel in question. The results of the quantitative research on telephones show that the waste management of these devices is still incipient throughout the world. Some of the limitations of waste management programs are the low degree of integration among members of this supply chain, the lack of initiatives for end-user engagement; And, the logistic problems related to the collection of the post consumer appliances. The analysis on the "Descarte ON" project showed that, although it has innovative aspects and potential for success, the information provided indicates that this project has similar flaws to those observed in similar initiatives. Finally, the conceptual map proposed in the study demonstrates that a web-gis system has a strong potential to integrate the actors involved in the logistics chain of mobile telephony devices and also to minimize the current limitations of the reverse logistics programs aimed at these devices.

Keywords: sustainable logistics; cell phones; Geographic information systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxos da Logística Direta e Reversa.....	39
Figura 2 - Estrutura da Logística Sustentável.....	41
Figura 3 - Concepção elementar da GSCS	43
Figura 4 – A relação da mineração de Coltan (matéria-prima para a fabricação de telefones móveis) com o trabalho escravo, o trabalho infantil e a guerra na República Democrática do Congo.	51
Figura 5 - Janelas com grades para evitar o suicídio dos trabalhadores em uma grande fabricante de aparelhos de telefonia móvel na China.	51
Figura 6 - Dormitórios precários nos quais trabalhadores em uma grande fabricante de aparelhos de telefonia móvel na China.	52
Figura 7 - Termografia indicando alterações na temperatura de uma cabeça humana após 15 minutos da utilização de um aparelho de telefonia móvel.	52
Figura 8 - Fotografia artística chamando a atenção para o alto volume de consumo e de descarte dos aparelhos de telefonia móvel.....	52
Figura 9 - Modelo de logística reversa pós-consumo para aparelhos celulares.....	54
Figura 10 - Modelo de recuperação de telefones móveis na Espanha	55
Figura 11 - Modelo de logística reversa para telefones celulares e suas baterias	57
Figura 12 - Exemplos de aplicações de geoprocessamento no ciclo de atividades logísticas	61
Figura 13 - Equipamentos para entrega nas lojas parceiras.	64
Figura 14 - Itens que não são aceitos pela coleta do Descarte ON.	64
Figura 15 - Ilustração da logística de coleta nas lojas parceiras.	65
Figura 16 - Categorias de REEE grandes.	66
Figura 17 - Coleta domiciliar de REEE modelo 1.	66
Figura 18 - Coleta domiciliar de REEE modelo 2.	66
Figura 19 – Comparação das produções de artigos internacionais e nacionais a respeito o ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel.	75
Figura 20 - Mapa com os distritos do município de São Paulo.	82
Figura 21 - Mapa com as subprefeituras do município de São Paulo.....	83
Figura 22 - Mapa da subprefeitura da Lapa.	84
Figura 23 - Distribuição dos postos de coleta do projeto "descarteON".Fonte: Autoria própria (2016).	86

Figura 24 - Postos de coleta do projeto "descateON" e das empresas do setor de telefonia, na subprefeitura da Lapa.	87
Figura 25 - Densidade populacional da subprefeitura da Lapa e os postos de coleta de aparelhos de telefonia móvel.	94
Figura 26 - Razões para a não adesão dos consumidores aos programas existentes de coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Fonte: Descarte ON (2016).	95
Figura 27 - API do <i>GoogleMaps</i> integrada ao <i>site</i> do projeto "Descarte ON". Fonte: Descarte ON (2016).....	97
Figura 28 – Mapa conceitual dos processos sugeridos para um sistema <i>web-gis</i> para a gestão do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel.	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de artigos internacionais sobre o ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel	74
Tabela 2 - Lista de artigos nacionais sobre o ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel	75
Tabela 3 - Aparelhos de telefonia móvel (doados/ mantidos em casa) no exterior.	76
Tabela 4- Aparelhos de telefonia móvel (doados/ mantidos em casa) no Brasil.	76
Tabela 5 - Aparelhos de telefonia móvel (revendidos/ coletados) no exterior.	77
Tabela 6 - Aparelhos de telefonia móvel (revendidos/ coletados) no Brasil.	77
Tabela 7 - Artigos internacionais que destacam gargalos no fluxo de informações ao consumidor.	78
Tabela 8 - Artigos nacionais que destacam gargalos no fluxo de informações ao consumidor.	79
Tabela 9 - Artigos internacionais que aludem ou destacam a necessidade da realização de análises geográficas.	79
Tabela 10 - Artigos nacionais que aludem ou destacam a necessidade da realização de análises geográficas.	80
Tabela 11 - Simbologia para a construção de fluxogramas funcionais.	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Informações dos programas de coleta de ATM que foram desenvolvidos por operadoras de telefonia e por fabricantes de ATM.	26
Quadro 2 - Atividades Primárias da Logística	36
Quadro 3 - Principais diferenças entre canais logísticos diretos e reversos	38
Quadro 4 - Aspectos da GSCS	44
Quadro 5 - <i>Hotspots</i> no ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel	49

LISTA DE SIGLAS

ACV – Análise/Avaliação do Ciclo de Vida
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações
API – *Application Programming Interface*
AR – Abordagem Relacional
ATM – Aparelhos de telefonia móvel
BD – Banco de Dados
BDG – Banco de Dados Geográfico
BDO – Banco de Dados Orientado a Objetos
CA – Ciência Ambiental
CEMI – Cadastro de Equipamentos Móveis Impedidos
CS – Cadeia de Suprimentos
CSCMP – Council of Logistics Management Professionals
DER – Diagrama Entidade Relacionamento
EEE – Equipamentos Eletroeletrônicos
GA – Gestão Ambiental
GCS – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos
GM – *Google Maps*
GSCS – Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos
HTML – *HyperText Markup Language*
LE – Logística Empresarial
LR – Logística Reversa
LS – Logística Sustentável
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MCD – Modelo Conceitual de Dados
MER – Modelo ou Modelagem Entidade-Relacionamento
MFD – Modelo Físico de Dados
MLD – Modelo Lógico de Dados
MOO – Modelo ou Modelagem Orientada a Objetos
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
REEE – Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SI – Sistema de Informação
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SIGA – Sistema Integrado de Gestão de Aparelhos
SQL – *Structured Query Language*
TS – Tripé da Sustentabilidade

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE:.....	18
1 INTRODUÇÃO	19
2 METODOLOGIA.....	21
2.1 Revisão bibliográfica qualitativa:	21
2.2 Revisão bibliográfica quantitativa a respeito da situação dos resíduos de aparelhos de telefonia móvel	22
2.3 Análise do projeto “Descarte ON”.....	23
2.3.1 Apresentação da localização geográfica da subprefeitura da Lapa	24
2.3.2 Georreferenciamento dos pontos de entrega de resíduos	24
2.4 Estudo sobre a aplicação do geoprocessamento na gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos resíduos de aparelhos de telefonia móvel.....	26
SEGUNDA PARTE:.....	29
3 REVISÃO DE LITERATURA	31
3.1 O surgimento e a função da logística.	31
3.1.1 Da logística ancestral à logística militar.	31
3.1.2 Logística empresarial: a expansão do campo de estudos.	34
3.1.3 Logística reversa: o ramo ambiental da logística empresarial?.....	36
3.1.4 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a realidade brasileira da gestão sustentável da cadeia de suprimentos	45
3.2 Os resíduos dos aparelhos de telefonia móvel.....	47
3.2.1 Caracterização básicas dos resíduos dos aparelhos de telefonia móvel	47
3.2.2 Lacunas na sustentabilidade da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel	48
3.2.3 Modelos de gestão da LR dos aparelhos de telefonia móvel	53
3.3 Uso de Geoprocessamento na gestão sustentável da cadeia de suprimentos ..	58
3.3.1 Modelagem de dados geográficos	58
3.3.2 Uso de geoprocessamento na logística	60

3.4	O projeto-piloto “descarte ON”	62
4	ANÁLISES DOS RESULTADOS	69
4.1	Resultados da revisão bibliográfica qualitativa	69
4.1.1	Qual a postura que um programa de logística reversa deve assumir com relação aos aparelhos de telefonia móvel mais antigos, que se encontram “aposentados e hibernando” nas residências dos seus proprietários?	70
4.1.2	Como determinar a escolha dos locais e dos recipientes adequados para a coleta dos aparelhos de telefonia móvel?	70
4.1.3	Qual é o papel da rastreabilidade dos aparelhos de telefonia móvel em um programa de logística reversa?	71
4.1.4	Qual deve ser adotada em relação ao mercado irregular de aparelhos de telefonia móvel?	71
4.1.5	Qual o papel do fluxo de doações no ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel?	72
4.2	Resultados da revisão quantitativa de literatura a respeito da situação dos resíduos de aparelhos de telefonia móvel	73
4.3	Resultados da análise do projeto-piloto “Descarte ON”	80
4.3.1	Visão geral do projeto-piloto “Descarte ON”	81
4.3.2	Considerações sobre a quantidade de postos de coleta e a forma de coleta dos REEE (transporte, estoques e integração de atores).....	84
4.3.3	Considerações sobre a distribuição dos postos de entrega dos aparelhos de telefonia móvel na subprefeitura da Lapa.....	92
4.4	Algumas das possíveis aplicações do geoprocessamento na gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel	95
4.4.1	Detalhamento do mapa conceitual dos processos sugeridos para um sistema web-gis para a gestão do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel.....	100
5	CONCLUSÃO	105
6	REFERÊNCIAS	109

PRIMEIRA PARTE:

- 1.** Introdução;
- 2.** Metodologia.

1 INTRODUÇÃO

A aplicação da logística para a gestão de resíduos sólidos é algo que tem sido cada vez mais estudado mundialmente, principalmente, ao longo das últimas duas décadas. No Brasil os trabalhos a esse respeito costumam resumir sua abordagem ao tema da logística reversa, caracterizando essa matéria como uma espécie de “versão verde” da logística empresarial.

A partir do ano de 2010, após a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, houve um aumento substancial da produção brasileira a respeito da logística reversa. Internacionalmente, porém, tem ganhado mais destaque o estudo sobre a gestão “verde” da cadeia de suprimentos e, em menor grau, a gestão sustentável da cadeia de suprimentos.

A gestão sustentável da cadeia de suprimentos abarca os aspectos “verdes”, ou ambientais, envolvidos na cadeia de suprimentos, adicionando a eles o aspecto social. Dessa forma, os diversos atores de uma cadeia de suprimentos precisariam alcançar um nível muito alto de integração entre si, para que as exigências socioambientais sejam alcançadas ao longo de toda a cadeia.

Dentro desse contexto, cresce a necessidade da gestão do ciclo de vida de um dos bens mais característicos das sociedades modernas, os aparelhos de telefonia móvel – ATM. Atualmente esses dispositivos são consumidos em larga escala, na maioria das nações. Dentre as consequências disso, sob o ponto de vista da sustentabilidade, podem se destacar: a maior geração de resíduos com características de toxicidade, as pressões para uma produção massiva e por extração de matérias-primas não renováveis.

Os aspectos geográficos para o planejamento da cadeia de suprimentos também são estudados por diversos autores, inclusive no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos. Nesse sentido, o geoprocessamento pode contribuir em muitos aspectos, tais como: a localização de pontos geograficamente estratégicos, a estimativa de demanda, o armazenamento e a análise de dados, a criação de rotas de transporte e geração de produtos cartográficos auxiliares aos processos decisórios em geral.

Diante do que foi exposto a pouco, o presente estudo tem como principal objetivo a avaliação da viabilidade e, dos eventuais benefícios, da aplicação das técnicas de geoprocessamento para o auxílio da gestão sustentável da cadeia de suprimentos de aparelhos de telefonia móvel no contexto brasileiro.

Para alcançar o objetivo principal, esta dissertação foi desenvolvida a partir dos seguintes objetivos específicos:

- 1º: Realizar uma revisão bibliográfica qualitativa, a respeito dos três principais temas abordados nesta pesquisa, a saber: a gestão sustentável da cadeia de suprimentos, os resíduos sólidos dos aparelhos de telefonia móvel e o geoprocessamento na gestão da cadeia de suprimentos;
- 2º: Realizar uma revisão bibliográfica de literatura, de natureza quantitativa, especificamente sobre a realidade dos resíduos sólidos dos aparelhos de telefonia móvel, tanto no Brasil, quanto no restante do mundo.
- 3º: Analisar a iniciativa denominada “descarte ON”, que é um projeto-piloto no município de São Paulo, e que tem como foco o levantamento de dados para subsidiar o futuro estabelecimento do sistema de reciclagem de resíduos elétricos e eletrônicos (REEE) no Brasil.
- 4º: Verificar, a partir dos levantamentos a pouco descritos (objetivos específicos anteriores), algumas das práticas atuais e dos possíveis usos futuros do geoprocessamento no auxílio à gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel.

2 METODOLOGIA

2.1 Revisão bibliográfica qualitativa:

No primeiro momento, procurou-se realizar uma pesquisa exploratória das referências bibliográficas mais relevantes, que discorrem a respeito das aplicações da logística reversa – LR, e da gestão sustentável da cadeia de suprimentos – GSCS. Como em certo momento da revisão foi detectada certa confusão no uso de termos como LR, LV e LS, optou-se por buscar um melhor detalhamento dessas concepções. Depois de encontradas algumas obras que abordam essa problemática, tornou-se evidente que a melhor prática para tratar esse assunto deveria ser a exposição minuciosa das origens e aplicações da logística. Foi priorizada a análise de trabalhos abrangentes, referências internacionais, representadas tanto por obras mais antigas e já consolidadas, quanto pelas investigações mais recentes. Através desse procedimento, pretendeu-se dar subsídios, para a apreensão das principais razões que, provavelmente, levaram à multiplicação de designações da logística no contexto da ciência ambiental – CA.

Havia um interesse primordial de se estudar a utilização do geoprocessamento na gestão logística. Por isso, também foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito das aplicações de SIG na logística, principalmente no contexto brasileiro da gestão de resíduos sólidos. Devido à relevância e à emergência dessas questões, foram focados dois subtemas da área de geoprocessamento: a modelagem de dados geográficos e as aplicações de SIG na *web*.

Também foi necessária a escolha de um produto, cuja CS pudesse servir como um exemplo ilustrativo do entrelaçamento dos assuntos supracitados. A escolha dos aparelhos móveis de telefonia pareceu mais adequada por diversas razões, as quais estão resumidas a seguir:

1. A associação intrínseca desses produtos com o estágio tecnológico e os padrões de consumo, presentes na maior parte das sociedades atuais;
2. As características físico-químicas desses materiais e a necessidade de um cuidado diferenciado quanto ao seu descarte;
3. Os resultados decepcionantes, alcançados até agora, pelos programas de gestão de resíduos de ATM, mesmo após a publicação da PNRS;
4. O comportamento peculiar (de apego) dos consumidores com relação aos ATM de pós-consumo;

5. As possibilidades que os ATM oferecem, em termos de conectividade e rastreabilidade.

2.2 Revisão bibliográfica quantitativa a respeito da situação dos resíduos de aparelhos de telefonia móvel

Do mesmo modo como ocorre em outras áreas, pesquisas que estudam a logística costumam optar por um dos dois métodos de pesquisa a seguir: a revisão sistemática de literatura, de caráter mais quantitativo, ou, a revisão da literatura narrativa, mais qualitativa. A escolha tende a depender dos objetivos específicos da investigação (Loureiro et al., 2016). A combinação dessas duas abordagens resulta em pesquisas de cunho quali-quantitativo, que podem ser mais adequada para trabalhos que necessitam tanto da apresentação de dados quantitativos, quanto de muitas análises qualitativas dos temas envolvidos (ENSSLIN e VIANNA, 2011).

Na presente dissertação foi realizada uma análise quantitativa, como contribuição para o entendimento das possibilidades de aplicação do geoprocessamento à gestão da cadeia de suprimentos sustentável dos aparelhos de telefonia móvel no Brasil. Para tanto foram buscados trabalhos nas principais bases de publicações e de periódicos que estão disponíveis no Portal de Periódicos Capes e no serviço *GoogleScholar*.

Embora tenham sido encontrados diversos tipos de textos tratando sobre a situação dos resíduos de ATM, para a revisão quantitativa proposta, foram considerados apenas os trabalhos do tipo “artigo científico”, os quais foram publicados em periódicos ou em eventos. Os referidos trabalhos foram encontrados através de palavras chaves que envolvessem o ciclo de vida dos dispositivos em questão. Foram encontrados artigos que mencionavam os ATM em seus textos, pois discorrem sobre a gestão dos resíduos de eletroeletrônicos de maneira geral. Nesta revisão, porém, só foram incluídos trabalhos que discorrem especificamente sobre os ATM.

Depois de identificados, esses textos foram divididos em dois grupos, quais sejam: “nacionais” e “internacionais”, sendo os primeiros aqueles que tratam somente da situação brasileira. Quanto aos trabalhos internacionais, poderiam estar escritos em língua inglesa, espanhola ou portuguesa, e estudariam a situação de qualquer país, exceto o Brasil.

Posteriormente os trabalhos de ambos os grupos foram classificados nas quatro categorias seguintes:

1. Atitude: artigos que se preocuparam em avaliar o comportamento de atores (na maioria dos casos o foco foi o consumidor final) envolvidos na cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel;
2. Foco: artigos que focaram a maior parte da pesquisa em um aspecto isolado do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel, discorrendo minimamente sobre uma visão holística desse ciclo;
3. Modelagem: artigos cujas pesquisas priorizaram o desenvolvimento de alguma forma de modelagem, podendo ela ser matemática, computacional ou mesmo modelos de processos na forma de diagramas;
4. Visão Geral: artigos cuja principal característica é a apresentação do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel de forma ampla.

É importante notar que os diversos artigos que foram analisados na revisão quantitativa possuem naturezas diversas. Isso diz respeito ao enfoque dado e às regiões e públicos pesquisados. Diante desse fato, tanto a criação das quatro categorias supracitadas, quanto o enquadramento dos trabalhos em cada uma delas, segue critérios de análise qualitativa. Em certa medida esses critérios podem ser considerados como subjetivos e foram utilizados, pelo autor desta dissertação, como forma de criar alguma diferenciação dos trabalhos entre si e ao mesmo organizá-los segundo os objetivos deste estudo.

Em seguida foram buscadas respostas para as seguintes questões: Quais os destinos atuais dos resíduos dos aparelhos de telefonia móvel? Qual o estágio atual da gestão sustentável da cadeia de suprimentos desses dispositivos? Quais lacunas, desse campo, podem ser reduzidas através da utilização das técnicas de geoprocessamento?

2.3 Análise do projeto “Descarte ON”

Por meio do *website* do projeto “Descarte ON”, foram coletadas as informações sobre as características básicas e objetivos do referido projeto. Foi realizada uma análise dessas informações, de modo a enquadrá-las na problemática que é o escopo do presente estudo.

Foram elaborados mapas, para um melhor estudo das características do projeto “Descarte ON”. A elaboração desses mapas também permite simular aplicações de geoprocessamento que eventualmente podem ser realizadas por um sistema *web-gis* voltado à GSCS dos ATM.

Uma descrição específica dos processos de elaboração dos mapas tratados neste item é apresentada a seguir:

2.3.1 Apresentação da localização geográfica da subprefeitura da Lapa

A Prefeitura do Município de São Paulo disponibiliza dados oficiais georreferenciados, e em formato aberto, através do Portal Geosampa (SMDU, 2016). Para a preparação dos mapas que mostram a localização da subprefeitura da Lapa, foram utilizadas as seguintes camadas disponibilizadas no Portal Geosampa: Distritos e Subprefeituras¹.

Inicialmente foi elaborado um mapa com todos os distritos do município de São Paulo. Em seguida foi criado outro mapa, contendo todas as subprefeituras desse município, destacando a subprefeitura da Lapa. Na sequência foi construído outro mapa, partir da sobreposição dessas duas camadas, com o fim de melhor detalhar a região da subprefeitura da Lapa.

2.3.2 Georreferenciamento dos pontos de entrega de resíduos

Para georreferenciamento dos pontos de coleta foi adotado um método padrão, no qual, inicialmente, foram buscados os dados disponíveis sobre esses pontos. Para estes pontos foi realizada a geocodificação por endereço, resultando nas coordenadas geográficas de cada ponto, através do programa *Google Earth*.

Os endereços dos postos de coleta dessas empresas foram obtidos a partir de informações disponíveis em seus respectivos *sites* de *internet*. A lista de operadoras de telefonia que foram consideradas consta em CETESB (2016). Em relação aos fabricantes de ATM, foram consideradas as companhias líderes de vendas desses aparelhos no mercado brasileiro, conforme foram relacionadas por Higa (2015). A lista de operadoras de telefonia e de fabricantes de ATM, assim como as informações básicas de seus programas de coleta de ATM, pode ser vista no Quadro 1. Os procedimentos adicionais, para o georreferenciamento supramencionado, são descritos a seguir:

¹ Essas camadas estão no sistema de referência de coordenadas denominado EPSG: 31983, ou seja, o Datum é o SIRGAS 2000 e a projeção é a UTM zona 23 Sul. As camadas estão no formato *shapefile* (.shp) e foram trabalhadas no programa Qgis, versão 2.14.10 – Essen.

1. Alguns dos *sites* consultados requerem a digitação do código de endereçamento postal – CEP – de um endereço de referência, a partir da qual são mostrados locais de descarte de ATM próximos a ele. Diante disso, a região central da subprefeitura da Lapa foi considerada como a mais adequada para a escolha do CEP que deveria servir de referência, para a busca de postos de coleta. Essa região central da subprefeitura da Lapa foi obtida através de análise espacial realizada no Qgis, mais especificamente, a localização do centroide do polígono da referida subprefeitura.
2. Através de observação visual, foram verificadas as localizações e aquelas que estavam equivocadas foram corrigidas.
3. No caso da planilha contendo os endereços das operadoras de telefonia, algumas lojas, de operadoras distintas, possuem o mesmo endereço. Geralmente isso ocorre quando esse endereço corresponde a um *shopping center*. Esses endereços coincidentes foram considerados como redundância de dados, por isso os registros repetidos foram excluídos da tabela.

Os dados foram organizados em base de dados no software no Qgis, compatível com os demais dados utilizados. As coordenadas geraram pontos correspondentes aos postos de coletas. Esses arquivos foram incorporados ao mapa da subprefeitura da Lapa e geraram novos mapas.

Ao mapa contendo todos os possíveis postos de coleta dos ATM, foi acrescentada a camada de densidade demográfica, proveniente do Portal Geosampa. Essa camada tem por base os polígonos de setores censitários do ano de 2010 e os dados populacionais do censo desse mesmo ano (IBGE, 2016). O resultado desses procedimentos é o mapa que pode ser visto na Figura 25.

Para a análise pretendida, foi gerado um mapa com os dados populacionais referentes à subprefeitura em foco no estudo.

Quadro 1 - Informações dos programas de coleta de ATM que foram desenvolvidos por operadoras de telefonia e por fabricantes de ATM.

Tipo	Empresa	Situação
Fabricante Apple		Disponibiliza coleta residencial gratuita aos clientes de seus produtos, por meio de contato telefônico ou via email. <i>Lista de postos de coleta</i> https://www.apple.com/pt/recycling/nationalservices/latin-america.html
Operadora Claro		Através do programa Claro Recicla, realiza a coleta dos ATM desde 2008. <i>Lista de postos de coleta</i> http://www.claro.com.br/institucional/claro-recicla/regiao/ddd11/SP-11/sao-paulo/?regiao
Fabricante Huawei		Coleta os ATM através do Programa de Reciclagem Ecológica Huawei, o qual possui postos de coleta e opção de coleta domiciliar <i>Lista de postos de coleta</i> http://consumer.huawei.com/br/support/recycling/retrievemethod/index.htm
Fabricante LG		Coleta os ATM através do programa Coleta Inteligente LG <i>Lista de postos de coleta</i> http://www.lg.com/br/suporte/coleta-seletiva
Operadora Nextel		Através do programa Recicla Nextel, realiza a coleta dos ATM desde 2005. <i>Lista de postos de coleta</i> http://www.nextel.com.br/pontos-de-venda
Fabricante Nokia		Não foram encontradas informações.
Operadora Oi		Coleta em todas as lojas. <i>Lista de postos de coleta</i> http://www.oi.com.br/ArquivosEstaticos/oi/sobre-a-oi/empresa/sustentabilidade/coleta-baterias/pdf/PONTOS_COLETA.pdf
Fabricante Samsung		O Programa de Reciclagem Samsung oferece descarte gratuito e ecologicamente correto para baterias e celulares usados. <i>Lista de postos de coleta</i> http://www.samsung.com/br/planetfirst/reciclagem.html
Operadora Tim		Criou o Sistema de Coleta de celulares, baterias e acessórios através dos programas Recarregue o Planeta e Papa-Pilhas. <i>Lista de postos de coleta</i> http://www.tim.com.br/sp/sobre-a-tim/sustentabilidade/ambiental/sistema-de-coleta-de-celulares,-baterias-e-acessorios
Operadora Vivo		Coleta os ATM em todas as suas lojas, através do programa Reciclar Pega Bem, que foi criado em 2006. <i>Lista de postos de coleta</i> http://www.vivo.com.br/portalweb/appmanager/env/web?_nfls=false&_nfpb=true&_pageLabel=vcAtendLojasBook&WT.ac=portal.atendimento.lojas#

Fonte: Autoria própria (2016).

2.4 Estudo sobre a aplicação do geoprocessamento na gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos resíduos de aparelhos de telefonia móvel

Outra etapa desta pesquisa teve como preocupação estabelecer o roteiro para uma aplicação efetiva do geoprocessamento para a GSCS dos resíduos de ATM. Devido às várias requisições que essa atividade exige, em termos de tempo e de qualificações específicas, optou-se por priorizar a elaboração de um gráfico esquemático que pudesse sumarizar o conjunto de atores e de fluxos eventualmente envolvidos na GSCS dos ATM. Esse diagrama está baseado nas características da cadeia de suprimento dos ATM e nas considerações elementares a respeito do conceito de GSCS, ambas foram identificadas na revisão bibliográfica que foi realizada. Esse resultado deverá fornecer os requisitos para a modelagem conceitual de um eventual banco de dados geográficos que possa ser utilizado na gestão dos resíduos de ATM no Brasil.

A princípio pretende-se limitar a área de estudos ao município de São Paulo, SP, Brasil; mais especificamente à Subprefeitura da Lapa. Essa escolha se deve às seguintes razões:

1. Acesso e conhecimento das bases de dados públicos disponíveis para essa região geográfica²;
2. É a região de atuação do projeto-piloto “Descarte ON”;
3. Por ser o maior centro econômico e demográfico do Brasil, esse município tende a abrigar, ou tenha proximidade geográfica, com as principais empresas e com o mercado mais destacado do setor de telefonia móvel brasileiro.

Mais dois *sites* serviram como referências conceituais, tanto para a coleta de dados, quanto para se pensar a eventual modelagem conceitual para construção do BDG que é sugerido neste trabalho. O primeiro deles é o “SP Cidade Limpa” (SMS, 2016), o qual é uma iniciativa da prefeitura da cidade de São Paulo e pretende auxiliar a participação o cidadão no novo sistema de coleta seletiva nela implantado. O outro é o portal “eCycle” (ECYCLE, 2016), no qual há uma ferramenta que permite ao usuário digitar um tipo de resíduo que pretende descartar e o endereço de onde partirá para fazê-lo. Como resultado é exibido um mapa com os pontos mais próximos para a realização dessa disposição.

Os dados da CS dos ATM também tiveram origens diversas, a saber: as obras acadêmicas supracitadas; os portais e relatórios das empresas fabricantes e das companhias operadoras de telefonia móvel; informações disponibilizadas por reportagens diversas; informações pontuais disponibilizadas ao público por algumas empresas especializadas no mercado de telefonia e materiais da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2016).

Para o tratamento dos dados georreferenciados, assim como a sua análise e a geração de produtos cartográficos, foi utilizado o programa “Qgis”, em sua versão 2.14.10 – Essen. A escolha desse *software* se deu pelo fato de ser totalmente gratuito para instalação e para o uso em diversos computadores, pelo seu elevado grau de maturidade e pela sua ampla gama de funções de geoprocessamento.

² As informações geográficas atualizadas foram adquiridas no portal institucional da Prefeitura do Município de São Paulo, denominado GeoSampa (SMDU, 2016). O referido serviço disponibiliza uma enorme gama de informações geográfica sobre os mais variados aspectos do município de São Paulo.

SEGUNDA PARTE:

1. Revisão de literatura;
2. Análise dos resultados;
3. Conclusão;
4. Referências.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O surgimento e a função da logística.

3.1.1 *Da logística ancestral à logística militar.*

Na literatura especializada é possível encontrar algumas variações e também princípios comuns, tanto no que se refere à conceituação quanto às origens históricas da logística. Moura (2006, p. 51) menciona que a atuação da logística é muito mais remota do que o próprio termo que a define atualmente. Para ele, a origem da logística provavelmente está ligada às primeiras manifestações de comércio entre comunidades humanas. Isso porque, desde que surgiram, as trocas de mercadorias só poderiam ser concretizadas pela superação de barreiras geográficas e temporais. Desse cenário decorrem avaliações de questões logísticas fundamentais, tais como a armazenagem e o transporte. O autor completa a sentença observando que parte das leis de mercado, mesmo no contexto dessa economia primordial, advinha de exigências logísticas; isso porque, assim como a escassez de um item, o próprio esforço necessário para a resolução de problemas logísticos envolvidos na sua produção e circulação deveria necessariamente influenciar seu valor final como bem (MOURA, 2006). Já Ballou (2006) corrobora e complementa o que foi descrito, pois se o desenvolvimento dos transportes tornou possível a troca de mercadorias dentro do fluxo comercial rudimentar das comunidades antigas, a armazenagem passou a proporcionar o acondicionamento, e, por conseguinte, o suprimento por períodos mais longos, de itens cujo uso era limitado por questões de localidade e sazonalidade. Em outras palavras, a precariedade dos sistemas logísticos obrigava populações a viver próximas às fontes de produção de bens e limitava seu consumo a um escasso número deles. Mesmo hoje, a carência de desenvolvimento logístico encerra a possibilidade mais rica de trocas entre consideráveis parcelas da população mundial. Do mesmo modo, é o desenvolvimento moderno de sistemas logísticos o que possibilita o atual nível de comércio internacional. Assim, o autor conclui: “A logística é a essência do comércio. Ela contribui decisivamente para melhorar o padrão econômico de vida geral.” (BALLOU, 2006, p. 25).

A partir da leitura do parágrafo anterior já é possível inferir a importância fundamental das práticas logísticas para o desenvolvimento das civilizações na História da humanidade. Tal relevância fica ainda mais clara através de leituras de interesse específico, como é o caso de Diamond (2009), “Armas, germes e aço” (Diamond, 2009). Embora em nenhum momento trate especificamente do tema “logística”, ao longo da obra o autor demonstra que fatores a ela relacionados estão entre os principais causadores dos processos históricos que influenciaram (e continuam a influenciar) os estágios tecnológicos e as interações das sociedades humanas. Entre estes pode se destacar a gestão dos recursos físicos disponíveis em determinada localidade, a produção e a armazenagem de excedentes, os deslocamentos físicos de pessoas, produtos e ideias a regiões mais distantes (DIAMOND, 2009). Todavia, para enquadrar o estudo da logística segundo o objetivo do presente texto, é preciso mais do que localizar sua utilização no passado remoto e de maneira quase abstrata. É necessário notar marcos históricos que permitam tanto sinalizar a origem do tema quanto reconhecer as razões para o desenvolvimento da pesquisa a seu respeito.

Semelhante a outros estudiosos dessa temática Toledo (2011, p. 8-12) utiliza revisão bibliográfica para traçar uma linha temporal que relaciona as “antigas técnicas militares” às práticas da moderna logística empresarial (LE). Apesar de remeter aos primórdios da evolução das técnicas de guerra, Lima (2010, p. 122) revela que o uso da palavra logística, dentro desse contexto, foi celebrizado no século XIX, sendo o Barão Antoine Henri de Jomini, principal teórico militar da época, quem primeiro empregou o termo, em seu “Sumário da Arte da Guerra”, de 1839. Na publicação Jomini classifica a logística como “arte prática de movimentar exércitos”, uma das cinco atividades básicas da arte da guerra. As inovações militares atribuídas a Alexandre Magno, por sua vez, constam da segunda das origens da logística, apontadas por Aguirre (2006, p. 13). A primeira delas diz respeito à própria origem do termo “logística”. Nesse mesmo sentido, Moura (2006, p. 51) cita uma referência que faz menção ao pensamento grego antigo relacionado à logística:

Como afirmam Tixier et al., “vamos encontrar lógica e logística utilizadas de forma complementar por grandes pensadores, como Aristóteles. As duas palavras têm, obviamente, uma raiz comum e aplicam-se ambas a uma ciência do raciocínio correcto que, para a lógica, é determinado pela dedução ou analogia e, para a logística, pelo cálculo. O pensamento lógico utiliza, pois, como instrumento, as palavras e as frases, enquanto o pensamento logístico utiliza os algarismos e os símbolos matemáticos” (MOURA, 2006, p. 51)

A raiz comum das palavras lógica e logística, como o autor cita acima, possivelmente se relaciona ao termo grego *logos*, como pode ser visto em Houaiss (2001, p. 1778 e 1779). E, nessa mesma obra, assim como em outros dicionários, pode-se ver a associação de *logos*, por parte dos antigos gregos, com termos como razão, raciocínio, harmonia etc. Sem dúvida, o significado dicionarizado do vocábulo remete a um caráter polissêmico da palavra. É o que se nota em descrições de diversas obras nas quais a Logística é associada à “lógica moderna”, que Estermann (2001, p. 95) descreve como a “lógica matemática” utilizada pelos fundadores da Filosofia Analítica, de finais do Século XIX, tais como Gottlob Frege.

Embora secundária, a compreensão da etimologia é importante para a correta diferenciação dos possíveis contextos de utilização do termo logística, sobretudo em trabalhos onde ele poderia ser aplicado para descrever diferentes assuntos que se entrelaçam. Como exemplo há Brito Júnior (2014, p. 156), que utiliza modelos da denominada regressão logística ou modelo logístico (que não possui ligação imediata com o assunto aqui tratado). Esse autor refere-se, na verdade, a uma ferramenta estatística, e, naquele caso, tratou dados a serem utilizados no planejamento da chamada Logística Humanitária, esta sim, muito próxima da presente abordagem. Outra referência importante é Santos (2009), que usa a lógica matemática, no âmbito das tecnologias da informação (diretamente derivada da já citada filosofia analítica), para a criação de rotas para veículos – um assunto fundamental na perspectiva da logística que procuramos definir neste texto. Esses casos explicitam porque é fundamental que o interessado no estudo da logística conheça a origem da própria palavra “logística”.

Paiva Júnior (2010, p. 43-44) observa que, em sua publicação de 1839 o Barão de Jomini denota “a importância da logística” através de uma de suas máximas mais conhecidas: “A logística é tudo ou quase tudo, no campo das atividades militares, exceto o combate”. Pienaar (2005, p. 78) lembra que antes de seu emprego por Jomini, o vocábulo *logistique* havia derivado do latim *logisticus*. Este por sua vez fora incorporado às principais línguas europeias a partir do adjetivo grego *logistikos*, que “significa habilidade de calcular”, oriundo do verbo *logizomai* (calcular, racionalizar ou pensar). Segundo Braz (2004, p. 27 e 28), Carl Philip Gottlieb Von Clausewitz, outro grande teórico militar, escreveu um importante tratado que engloba diversos aspectos da administração de exércitos, assuntos esses que não se referem diretamente ao combate. Para Gomes e Ribeiro (2004, p. 5), os primeiros estudos logísticos diziam respeito ao “abastecimento de tropas e o acampamento de forças” que viajavam cada vez mais longe em suas campanhas. Certamente um avanço, em uma realidade na qual os soldados tinham por costume garantir seu próprio suprimento através da pilhagem.

Para estes autores, dois acontecimentos tiveram grande importância para o estabelecimento do estudo científico da logística: o primeiro foi a introdução do tema como matéria do currículo acadêmico da Escola de Guerra Naval dos Estados Unidos, no ano de 1888 e o segundo foi a publicação, em 1917, do livro “Logística Pura: A Ciência da Preparação para a Guerra”, de autoria do tenente-coronel Cyrus G. Thorpe (GOMES; RIBEIRO, 2004).

Na opinião de Campos (1952 apud BRAZ, 2004, p. 28) os registros históricos mostram que a adoção dos princípios da logística por parte de grandes chefes militares tornou-se imprescindível. Para o autor, o fracasso foi o preço pago pelos que ignoraram o planejamento detalhado de ferramenta tão importante. Por tendência histórica ou não, a aplicação da logística, no meio militar e de negócios, parece ter atualmente um sentido muito próximo ao da época de origem da palavra.

Embora o próprio Platão não tenha dado contribuição específica digna de nota a resultados matemáticos técnicos, ele era o centro da atividade matemática da época e guiava e inspirava seu desenvolvimento (...) considerava a logística adequada para negociantes e guerreiros, que ‘precisam aprender a arte dos números, ou não saberão dispor suas tropas’. O filósofo, de outro lado, deve conhecer aritmética ‘porque deve subir acima do mar das mudanças e captar o verdadeiro ser’. Além disso, diz Platão na República, “a aritmética tem um efeito muito grande de elevar a mente, compelindo a raciocinar sobre entidades abstratas. (BOYER, 1974, p. 64, apud TONÉIS, 2010, p. 10).

A citação anterior (frase do sábio Platão) mostra que, há milênios, a logística já poderia se definir como uso prático de cálculos matemáticos aplicados à resolução de questões relacionadas à guerra e ao comércio. Por fim nota-se que o termo se harmoniza tanto com as práticas comerciais e bélicas ancestrais – anteriores à própria Antiga Grécia – quanto com as atuais.

3.1.2 Logística empresarial: a expansão do campo de estudos.

Como que mantendo a logística em torno da órbita de suas aplicações originárias, os estudos desenvolvidos nos meios militares passam a interessar o ambiente de produção e comércio de bens. No decorrer do Século XX, uma preocupação cada vez maior com gestão logística transcendeu a área bélica e se consolidou no ambiente empresarial. Em breve, a LE se desenvolveu em tal grau que seus progressos passaram a influenciar a própria prática militar (ALMEIDA, 2009). Esse intercâmbio de aplicações da logística prossegue, conforme afirmam Silva e Musetti (2003).

O interesse mais agudo das organizações privadas pela gestão logística surge com o advento da globalização do comércio, que fez crescer grandemente a competitividade entre empresas em diferentes nações (LIMA, 2010, p. 122). Nos anos 1950, a logística foi introduzida como disciplina em cursos de engenharia e administração na Universidade de Harvard (D'AVILLA, 2010, p. 11). Ao longo do tempo, o conceito de logística foi mais bem incorporado pela iniciativa privada, tendo seu escopo ampliado e passando a abranger a gestão de estoques, armazenagem e movimentação de materiais (PAIVA JÚNIOR, 2010, p. 43). Giannotti (2010, p. 42 e 43) discorre sobre a evolução da abrangência dos processos logísticos dentro do ambiente empresarial e aponta que, as transformações tecnológicas e de percepção mais completa do gerenciamento da cadeia de suprimentos (GCS) alargaram as possibilidades de atuação da LE. Nessa perspectiva, a preocupação com as atividades logísticas de uma indústria passa a alcançar os outros atores da cadeia, desde seus fornecedores até seus clientes finais.

Para Pienaar (2005), a concorrência, o aumento de custos relacionados e o desenvolvimento das tecnologias da informação foram fatores determinantes para que a logística passasse a ser estudada de maneira mais abrangente, focando a otimização. Para Ballou (1993, p. 23), a missão da logística é: “[...] colocar as mercadorias ou os serviços certos, no lugar e no instante corretos e na condição desejada, ao menor custo possível”. Segundo ele, essa missão apenas é possível através do correto gerenciamento das três atividades primárias da logística: o transporte, a manutenção de estoques e o processamento de pedidos. O Quadro 1 a seguir procura resumir a importância das atividades logísticas primárias acima descritas.

Devido às transformações citadas, os conceitos que a definiam a LE sofreram alterações ao longo de poucas décadas. Isso pode ser notado na comparação entre duas importantes delas. A primeira mostra a concepção que vigorou em muitos setores até finais da década de 1990:

A logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável (BALLOU, 1993, p. 24).

E, a seguir, é apresentado um conceito mais atual, que aborda alterações importantes:

A gestão logística é a parte da gestão da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla, de maneira otimizada, a armazenagem e os **fluxos diretos e reversos** dos bens, serviços e informações entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de satisfazer às requisições dos clientes. (CSCMP, 2012, grifo nosso, tradução nossa).

Quadro 2 - Atividades Primárias da Logística

Atividades Primárias da Logística		
<u>Atividade:</u>	<u>Relevância:</u>	<u>Gerenciamento envolve:</u>
Transportes	Absorve de 1 a 2/3 dos custos logísticos Essencial para movimentação das mercadorias Adiciona valor de lugar	Decidir método/ modo de transporte Elaborar rotas Planejar a capacidade dos veículos
Manutenção de Estoques	Também absorve de 1 a 2/3 do total de custos logísticos Os estoques funcionam como amortecedores entre a oferta e a demanda Adiciona valor de tempo	Escolha do local Manter estoques mínimos
Processamento de pedidos	Elemento crítico para entrega das requisições Inicializa a movimentação no canal logístico	

Fonte: Ballou (1993, p. 23 – 25).

3.1.3 Logística reversa: o ramo ambiental da logística empresarial?

Dentre outras distinções, na definição acima de CSCMP – Council of Logistics Management Professionals – é possível notar a preocupação em se mencionar os fluxos dos canais logísticos reversos, que são objeto de estudo da denominada Logística Reversa (LR). O contexto do estabelecimento da LR se enquadra no que é relatado por Donato (2008, p. 21-40), quando compara cenários históricos e constata que atualmente parcela crescente da sociedade ocidental dispensa atenção cada vez maior ao tema da preservação do meio ambiente. Conforme Gomes e Ribeiro (2004, p. 140), a LR pode ser considerada uma área nova e desafiadora dentro do campo de estudo da LE. Para Leite (2003, p. 91) a LR é utilizada como ferramenta proativa, apenas por parte das empresas que buscam diferenciais cada vez mais escassos dentro de seus mercados de atuação, uma vez que essas companhias tendem a se adiantar ao cumprimento de exigências legais e de marketing, que são determinantes para a adoção da LR.

O interesse de negócios para o gerenciamento da LR possui três focos principais: a) satisfazer e cativar o consumidor cada vez mais preocupado com o impacto ambiental do descarte de resíduos; b) cumprir exigências legais com relação a esse tema e c) reduzir custos ou até mesmo alcançar lucratividade nos processos que envolvem o atendimento dos citados itens a e b.

No que diz respeito ao levantamento bibliográfico e ao estabelecimento do estado da arte em LR, um dos estudos mais completos e atuais talvez seja o desenvolvido por Agrawal, Singh e Murtaza (2015). Ainda que focando questões específicas relacionadas ao tema, esses autores promovem uma abrangente revisão de literatura sobre a LR, que busca desde os conceitos iniciais dessa matéria até suas aplicações mais recentes. Eles identificam a primeira definição de LR no trabalho de Murphy e Poist (1989), e encontram a mais aceita e influente delas no texto de Rogers e Tibben-Lembke (1999). Para estes autores, a LR é:

[...] o processo de planejamento, implementação, e controle eficiente e custo efetivo dos fluxos de matérias-primas, no processo de inventário de bens acabados e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o de origem, com o objetivo de recapturar valor ou descartar adequadamente. (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, p. 23, 1999, tradução nossa).

A referida descrição de LR na verdade é uma derivação da também já citada descrição de LE, fornecida por CSCMP (2012). Nela os autores procuraram destacar e detalhar sucintamente a relevância da cadeia logística reversa. O Quadro 2 apresenta uma série distinções entre os canais logísticos diretos e reversos, conforme foram descritas por Rogers e Tibben-Lembke (2002). Fleischmann et al. (1997, p. 1-4) observam que a coleta e reutilização de produtos não é uma novidade na indústria, e sim fenômenos que ocorrem naturalmente sempre que há interesse econômico, ou seja, quando a recuperação do material é financeiramente mais vantajosa do que seu descarte. Nesses casos surge um novo fluxo logístico, o qual acaba por se integrar na cadeia de suprimentos. Mas com o avanço das legislações e a preocupação ecológica dos clientes, esses fluxos reversos tendem a estar presentes nos mais diferentes ramos de negócio. Grande parte dos trabalhos citados identifica a modelagem matemática, sobretudo nas diversas abordagens da pesquisa operacional, como uma das principais chaves para a solução de problemas da LE. Essa constatação também se coaduna com a descrição geral do objetivo da logística historicamente, conforme exposto nos itens anteriores do presente texto. Essas ferramentas também se aplicam à LR; mas esta, por sua vez, demanda uma análise diferenciada, apresentando problemas distintos e por vezes mais complexos que os da LE tradicional. Parte dessa complexidade pode ser a seguir:

Quadro 3 - Principais diferenças entre canais logísticos diretos e reversos

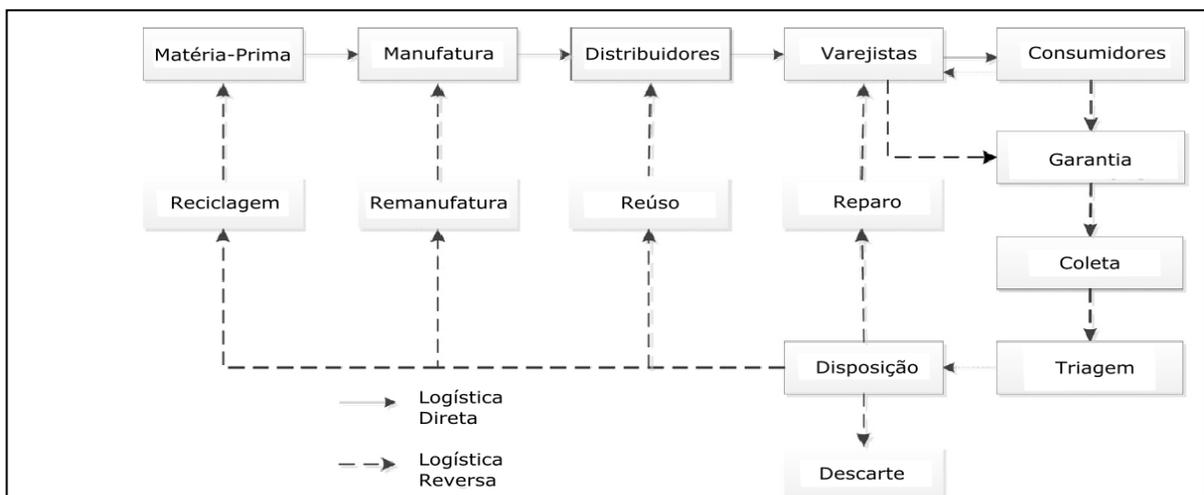
Canais Diretos	Canais Reversos
Previsão de demanda relativamente simples	<i>Previsão de demanda muito difícil</i>
Uma origem para vários destinos	<i>Várias origens para um destino</i>
Produto com qualidade uniforme	<i>Produto sem qualidade uniforme</i>
Produto com padrão de embalagens	<i>Embalagens geralmente danificadas</i>
Destino/roteamento claro	<i>Destino/roteamento pouco claro</i>
Canal padronizado	<i>Caminhos excepcionais</i>
Claras opções de disposição	<i>Disposição não é clara</i>
Precificação relativamente uniforme	<i>Precificação depende de muitos fatores</i>
Importância da velocidade é reconhecida	<i>A velocidade não é prioritária</i>
Custos de distribuição monitorados por sistemas contábeis	<i>Custos menos visíveis diretamente</i>
Gerenciamento de estoques consistente	<i>Gerenciamento de estoques inconsistente</i>
Ciclo de vida do produto gerenciável	<i>Questões mais complexas envolvendo o ciclo de vida do produto</i>
Negociações abertas entre as partes	<i>Considerações adicionais tendem a complicar as negociações</i>
Métodos de marketing bem conhecidos	<i>Marketing mais complicado devido a vários fatores</i>
Informações em tempo real para rastrear o produto	<i>A visibilidade do processo é menos transparente</i>

Fonte: Adaptado de Rogers e Tibben-Lembke (2002, p. 275).

Como se pode constatar, em diversas comparações do quadro acima, as diferenças existentes entre os canais logísticos diretos e reversos tendem a exigir, no planejamento da LR, mais ponderações por parte dos gestores logísticos. Essas considerações evidenciam que os canais reversos são mais do que “apenas” uma versão invertida do fluxo logístico direto, cuja sequência genérica original é: suprimento, manufatura, distribuição, varejo e finalmente o consumo. Posto tal fluxo direto, poder-se-ia imaginar um fluxo inverso no qual os resíduos gerados pelo consumidor final seguiriam pelos mesmos caminhos em direção à sua fonte. Assim, a empresa fabricante ao final do ciclo teria acesso a esses resíduos para poder dispô-los da maneira mais apropriada. Embora esse seja de fato o princípio fundamental da LR, na realidade a literatura demonstra que é muito raro o planejamento da cadeia reversa se limitar a esse caminho de retorno “simplificado”.

Conforme mostram Agrawal, Singh e Murtaza (2015, p. 77) existem diversos processos que se iniciam após a coleta dos materiais “aposentados” pelo consumidor final. Neste último elo da cadeia logística direta inicia-se todo um novo caminho para o resíduo coletado, o qual poderá encontrar uma variedade de destinos possíveis, como se vê na Figura 1. Nela, é possível ver que, embora a LR esteja sendo indiscriminadamente associada à reciclagem (SOUZA, 2008), diversas outras opções poderão estar disponíveis. Tudo dependerá da natureza do canal reverso e de seus respectivos *stakeholders* (expressão que poderia ser traduzida, grosso modo, como: os atores envolvidos). Nota-se no diagrama que, antes de seguir o fluxo na coleta, o material pode ser interceptado na chamada “fase de garantia”, que trata das práticas que as empresas utilizam para recolherem os produtos que ainda não atingiram seu fim de vida útil. É o paradigma que Leite (2003) denomina de LR de pós-venda, através da qual as empresas recolhem materiais rejeitados pelos consumidores ou que apresentaram defeitos dentro de um determinado prazo contratual. As possibilidades que se seguem dizem respeito à denominada “LR de pós-consumo”. Dentre elas estão diversos “Rs”, tais como o reúso, o reparo, a remanufatura e a reciclagem, além de alguns outros que não constam na figura, como a revenda e o recondicionamento. Após os materiais terem sido separados por suas características específicas e seu estado de conservação, na fase de disposição deverá ser decidida a sua destinação final; o que poderá incluir um descarte adequado (aterramento, incineração etc.). Toda essa complexidade no planejamento, somada à incerteza de benefícios tangíveis para as empresas responsáveis, tem desencorajado muitas companhias a se dedicarem seriamente à formulação de programas e à pesquisa envolvendo a LR (DEMAJOROVIC et al. 2012).

Figura 1 - Fluxos da Logística Direta e Reversa



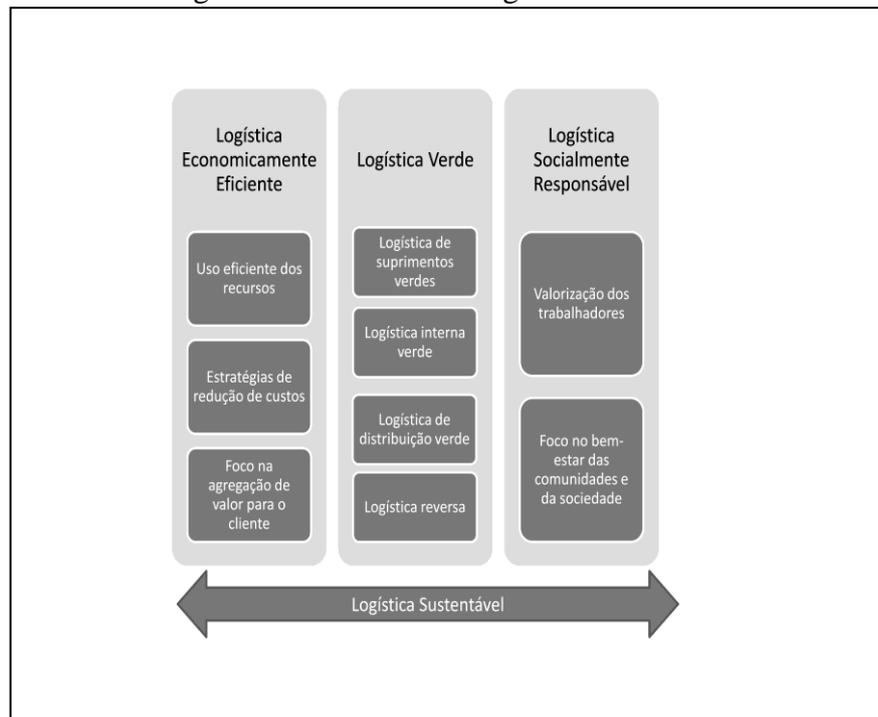
Fonte: Agrawal, Singh e Murtaza (2015).

Apesar das dificuldades e limitações inerentes, e até mesmo por intenção de mitigá-las, o interesse de pesquisa na LR é crescente no meio acadêmico e empresarial. Isso se justifica devido aos supracitados condutores da LR – o interesse ambiental dos clientes, as legislações ambientais, a busca de vantagens competitivas – além da tentativa de resgate do valor residual de materiais descartados pelos consumidores (AGRAWAL, SINGH e MURTAZA, 2015; LEITE, 2003; ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999; FLEISCHMANN et al, 1997). Portanto a influência dos fatores socioambientais tem enorme peso em qualquer referência à LR; mas verifica-se a necessidade de que tais fatores estejam mais claramente explícitos para os interessados no estudo dessa área.

Após exaustiva pesquisa bibliográfica sobre LR e cadeia de suprimentos de ciclo fechado, Govindan, Soleimani e Kannan (2015, p. 619) concluem que entre os principais temas das discussões futuras nesse campo, estão os aspectos verdes e sociais, o meio ambiente e a sustentabilidade de maneira geral. Por sua vez, Dias, Labegalini e Csillag (2012) compararam a literatura nacional e internacional, constatando que a preocupação em inserir a temática da sustentabilidade na GCS quase sempre envolve a LR, principalmente no Brasil. Os autores lembram que a gestão sustentável – ou da sustentabilidade – na cadeia de suprimentos (GSCS) é um tema ainda mais recente que a LR e abrange aspectos que vão muito além desta. Tendo surgido no meio acadêmico em meados da década passada, a GSCS procura relacionar a GCS com o *triple bottom line*, ou seja, o denominado tripé da sustentabilidade – TS. Esse tripé refere-se ao esforço em conciliar objetivos econômicos da empresa, com as preocupações sociais relacionadas às suas atividades, assim como mitigar os impactos dessas mesmas atividades no meio ambiente. Bouzon e Rodriguez (2012) notam “frequentes confusões etimológicas” envolvendo a logística, a GCS e a sustentabilidade. Para contribuir com a discussão estes autores procuraram apresentar possíveis definições para os termos que têm sido utilizados nos textos que tratam da GSCS e temas correlatos. Destaca-se o primeiro deles, a logística sustentável (LS), cuja definição trazida é muito similar à de LE já apresentada pelo CSCMP, tendo sido acrescentado “[...] o objetivo de atender às necessidades de todos os *stakeholders*, a partir do desenvolvimento sustentável, fundamentado na responsabilidade social, na preservação do meio ambiente e na eficiência econômica dos processos.” (BOUZON e RODRIGUEZ, 2012, p. 75).

A partir da conceituação, apresentada a pouco, Bouzon e Rodriguez (2012) apresentam outras derivações relacionadas à LS, as quais podem ser vistas na Figura 2. Já Souza (2008) descreve um exagero na utilização do termo LR para descrever várias atividades logísticas relacionadas ao meio ambiente. Segundo ele, tal prática é comum, sobretudo entre pesquisadores principiantes e analisa que “[...] qualquer livro de mecânica básica ensina que só é possível um ‘reverso’ em um sistema se existir um ‘direto’ neste mesmo sistema [...]”. Em outras palavras, somente deveria ser chamado de LR um processo que estivesse sob a responsabilidade da empresa fabricante de determinado produto, a qual procura recolher e destinar corretamente os resíduos desse mesmo produto. Excluem-se, portanto, inúmeras cadeias de reciclagem que alcançam bons resultados. Assim é, pois, mesmo que o material reciclado volte à indústria para a produção do mesmo bem que a originou (canal de ciclo fechado), isso pode ocorrer simplesmente por seu valor competitivo frente à matéria-prima virgem. Logo, cabe salientar que tais cadeias podem ser mantidas exclusivamente pelo interesse de recicladores, sucateiros e catadores individuais ou cooperados. Nesses casos, a empresa produtora do bem não participa da gestão dos resíduos gerados por seus produtos, limitando-se a comprar a matéria-prima reciclada. Todavia, os *stakeholders*, principalmente os governos, têm demandado um comprometimento maior por parte das indústrias.

Figura 2 - Estrutura da Logística Sustentável



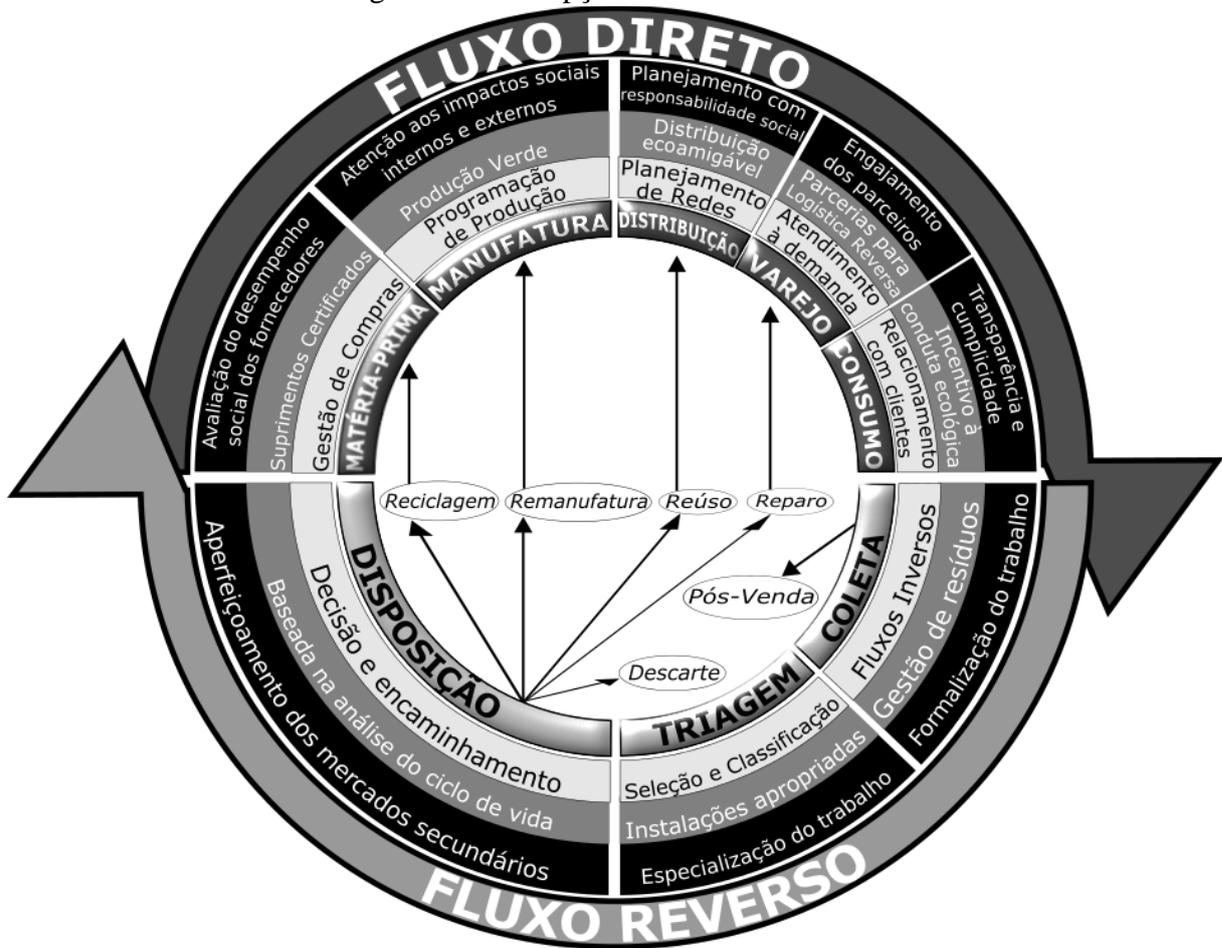
Fonte: Bouzon e Rodriguez (2012, p. 77).

Fica evidenciado, portanto, que a LR não é o que se poderia identificar como uma “versão ecológica” da LE. Na realidade, ela é parte integrante e não distinta da LE. Por meio dela é possível completar seu ciclo fechado. Para completá-lo as empresas precisam avançar a partir do paradigma da gestão logística para o da GCS, que procura integrar as ações dos vários parceiros que formam uma cadeia de suprimentos, de maneira a melhor gerenciar todo o ciclo de vida de um produto (COOPER, LAMBERT e PAGH, 1997). Esse ciclo não se fechava (e, em muitos casos, ainda não se fecha) devido a negligências diversas, carência de tecnologias disponíveis ou mesmo falta de cultura das organizações manufatureiras e outros atores. Em virtude das crescentes inovações tecnológicas e às também crescentes pressões dos *stakeholders*, há a tendência de que tal cenário prossiga se alterando ao longo dos próximos anos (SCHOT, 1992).

Melhor do que imaginar a LR como a fronteira entre a logística e o meio ambiente, é ter em mente que a conjugação dos estudos em GCS e gestão ambiental (GA) conduziram para o surgimento da ideia de gestão “verde” da cadeia de suprimentos (SRIVASTAVA, 2007). Esse conceito tem evoluído rapidamente na direção da citada GSCS, que incorpora as considerações de responsabilidade social das empresas. Mais do que isso, a concepção dessa GCS diferenciada traz a ideia de que as empresas envolvidas não apenas cumpririam suas obrigações legais com o governo e estratégicas com seus clientes, mas que poderiam ter ganhos econômicos adicionais através das ações de GSCS. Baseada em alguns importantes trabalhos já referenciados neste texto, a Figura 3 procura ilustrar o fluxo da GSCS, não tentando determinar e esgotar suas possibilidades, mas tão somente exemplificá-las de maneira genérica, a fim de facilitar a compreensão do leitor.

Conforme o esquema representado pela Figura 3, é possível entender que a GSCS, além de considerar o ciclo completo (direto-reverso) da CS, com suas preocupações idiossincráticas quanto à otimização da logística, a ela acrescenta como que duas “camadas”, uma com considerações específicas para a gestão ambiental e outra direcionada aos processos de natureza social. É preciso lembrar que, embora identificados com a camada de planejamento logístico tradicional, os ganhos econômicos tendem a ocorrer nas outras duas. Isto pode acontecer devido a melhorias diversas no planejamento, melhoria na imagem da marca, economia de recursos e energia, maior engajamento dos colaboradores etc.

Figura 3 - Concepção elementar da GSCS



Aspectos da Sustentabilidade na GCS:

Social
Ecológico
Econômico

Fonte: Baseada em Agrawal, Singh e Murtaza (2015); Dias, Labegalini e Csillag (2012); Srivastava (2007); Ballou (2003).

O Quadro 3 , pontua algumas das características passíveis de serem consideradas na GSCS, segundo os tópicos apresentados na Figura 3. Deve-se considerar que, embora apareçam em apenas um momento do quadro, alguns aspectos podem ser aplicados em vários outros. É o caso, por exemplo, de treinamento e obrigações trabalhistas, ou considerações sobre a gestão de resíduos, que são considerações que podem estar presentes em toda a GSCS.

Quadro 4 - Aspectos da GSCS

GESTÃO SUSTENTÁVEL DA CADEIA DE SUPRIMENTO			
	<i>Fator Econômico</i>	<i>Fator Ecológico</i>	<i>Fator Social</i>
Matéria-prima	Gestão de Compras <ul style="list-style-type: none"> • Estoques; • Preços; • Prazos; • Qualidade. 	Suprimentos certificados <ul style="list-style-type: none"> • ISSO 14001. 	Avaliação do desempenho dos fornecedores <ul style="list-style-type: none"> • Constante avaliação dos outros fatores.
Manufatura	Programação da Produção <ul style="list-style-type: none"> • Aspectos logísticos da produção. 	Produção verde <ul style="list-style-type: none"> • Design verde; • Produção verde; • Programas de PML. 	Atenção aos impactos sociais internos e externos <ul style="list-style-type: none"> • Impactos das instalações e da poluição na comunidade; • Geração de emprego e desenvolvimento.
Distribuição	Planejamento de redes <ul style="list-style-type: none"> • Rotas; • Frota; • Programação de viagens. 	Distribuição eco amigável <ul style="list-style-type: none"> • Rotas eficientes, econômicas e econômicas; • Veículos menos poluentes e manutenção regular; • Plano para lidar com acidentes. 	Planejamento com responsabilidade social <ul style="list-style-type: none"> • Profissionais bem treinados, valorizados e cumprindo jornadas compatíveis.
Varejo	Atendimento à demanda <ul style="list-style-type: none"> • “Produto certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas”. 	Parcerias para logística reversa <ul style="list-style-type: none"> • Conscientização do cliente para o retorno do resíduo; • Planejamento da entrega e armazenagem de resíduos. 	Engajamento dos parceiros <ul style="list-style-type: none"> • Atenção para que os varejistas possuam os mesmos valores da indústria.
Consumo	Relacionamento com clientes <ul style="list-style-type: none"> • Interface com marketing. 	Incentivo à conduta ecológica <ul style="list-style-type: none"> • Programas de educação ambiental e incentivo à logística reversa. 	Transparência e cumplicidade <ul style="list-style-type: none"> • Conduta ética e atenciosa; • Explicitação a valorização das posturas da empresa.
Coleta	Fluxos inversos <ul style="list-style-type: none"> • Planejamento da coleta capilar; • Localização e implantação dos pontos de coleta; • Programação de veículos. 	Gestão de resíduos <ul style="list-style-type: none"> • Preocupação com rede abrangente e coleta suficiente; • Parcerias com operadores logísticos especializados. 	Formalização do trabalho <ul style="list-style-type: none"> • Parcerias e apoio às cooperativas de catadores e programas de formalização da atividade dos profissionais.

Triagem	Seleção e Classificação <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de professos; • Aquisição de equipamentos. 	Instalações apropriadas <ul style="list-style-type: none"> • Cuidados com localização e infraestrutura adequada para a recepção e armazenagem dos resíduos. 	Especialização do trabalho <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer parcerias e conferir treinamento aos profissionais das cooperativas.
Disposição	Decisão e encaminhamento <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver e/ ou utilizar metodologias para melhores escolhas de disposição. 	Baseada na análise do ciclo de vida <ul style="list-style-type: none"> • As considerações deverão influenciar desde o design do produto para uma coleta mais facilitada, até as matérias-primas mais efetivas e amigáveis do ponto de vista ambiental. 	Aperfeiçoamento dos mercados secundários <ul style="list-style-type: none"> • Parcerias/ suporte às empresas que lidem com os vários “Rs” aplicáveis.

Fonte: Adaptado de Agrawal, Singh e Murtaza (2015); Dias, Labegalini e Csillag (2012); Srivastava (2007); Ballou (2003).

3.1.4 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a realidade brasileira da gestão sustentável da cadeia de suprimentos

De acordo com Brandão e Oliveira (2012), o estudo e implantação da LR foram impulsionados no Brasil a partir de um novo paradigma, iniciado com a publicação da Lei Federal nº 12.305/2010. Essa lei estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a responsabilidade das empresas pela correta gestão dos resíduos gerados por suas atividades, tarefa que estava primordialmente a cargo do poder público (BRASIL, 2010). Por tratar-se de um campo de estudo pouco explorado, Hernández, Marins e Castro (2012) elaboraram um modelo para o gerenciamento da LR, como forma de contribuição para o estabelecimento de indicadores de desempenho nessa área. Leite (2011) observa que a PNRS, ainda que utilize uma terminologia própria para definir LR, tende, mediante de suas definições e determinações, a contribuir para o desenvolvimento e a ampliação de práticas relacionadas. Pouco antes da publicação da referida lei, Chaves e Alcântara (2009) realizaram revisão de literatura, constatando que LR ainda se encontra em estágio inicial como tema de pesquisa, visto que as publicações tendem a se limitar a escopos específicos e há carência de informações para o estabelecimento de uma melhor estrutura para os canais reversos.

Embora a Lei nº 12.305/2010 dê grande destaque à LR, chegando mesmo a criar uma definição particular dessa matéria (em seu Art. 3º, XII), verifica-se que seu objetivo é muito mais holístico. Na extensão de seu texto, é possível notar que sua preocupação extrapola a implementação dos programas de LR e abrange os diversos pontos considerados no tripé da sustentabilidade. Além da LR, essa lei procura incentivar o desenvolvimento de tecnologias para a gestão de resíduos sólidos e diversas questões sociais, sobretudo a valorização e integração dos catadores (BRASIL, 2010). Então, para que seus objetivos sejam atingidos, é necessário que os vários *stakeholders* das diferentes cadeias industriais se engajem em programas de GSCS. Todavia, após cinco anos de sua publicação os objetivos da legislação infelizmente estão muito distantes de serem atingidos.

Pesquisas têm demonstrado que a consolidação da PNRS está sendo muito mais lenta do que o esperado. Isso tem acontecido em grande parte do país e por diversas causas de ordem técnica, econômica e até mesmo jurídica oriundas da própria formulação da legislação (SETTE e NOGUEIRA, 2015; BESEN et al. 2014; HEBER e DA SILVA, 2014).

A PNRS indica sanções por descumprimento, que na realidade estão previstas na Lei de Crimes Ambientais – Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998³. Mesmo assim, grande parte dos *stakeholders* cobrados pela legislação apresentam baixa capacidade ou mesmo pouco interesse efetivo na minimização dos impactos causados pelos resíduos que geram. Isso inclui até mesmo os consumidores finais, habituados que estão a descartarem seus resíduos diretamente na natureza (como ainda ocorre em várias regiões do país) ou a aguardarem a ação da autoridade estatal que os recolherá e destinará para áreas cada vez mais escassas, distantes e caras. A própria PNRS, no Art. 33, § 8º, exclui os consumidores de prestar contas das ações sob sua responsabilidade às autoridades responsáveis (BRASIL, 2010). Essa postura é antagônica ao que ocorre em países como o Japão, onde instâncias de governo transferem, aos cidadãos, uma grande parte do ônus pela destinação correta dos resíduos. Ali, cada membro da comunidade se acautela de seguir os diversos procedimentos exigidos, e o pagamento das respectivas taxas dos serviços envolvidos; um comportamento contrário a esse acarreta pesadas penalidades (Japão por Outros Olhos, 2015; Sarmiento, 2012). Invés de desagradar os consumidores, essas exigências do governo japonês lhes são simpáticas, pois os fazem deles agentes fundamentais na gestão dos resíduos (Silveira e Chang, 2010).

³ Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Já a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e altera a Lei nº 9.605.

Embora as relações autoridade-povo e a trajetória histórica sejam distintas, não há de se descartar os exemplos de outros países e sim estudar a adaptação de suas práticas às nossas realidades regionais. Nesse sentido, não apenas a cultura de ação do contribuinte médio do Brasil, mas também a de muitas empresas atuantes no país (mesmo filiais de corporações estrangeiras) ainda difere das práticas mais avançadas a respeito da GSCS; as quais seguem se aperfeiçoando. Contemos com a possibilidade de que instrumentos como a PNRS contribuam para que as CS caminhem rapidamente no sentido do consumo consciente e incorporem o conceito do “berço a berço” (MCDONOUGH e BRAUNGART, 2010). A logística tem muito a influenciar nesse sentido, tanto através de suas práticas quanto por sua interface com outros setores das firmas, como a programação da produção e o marketing (FLEISCHMANN et al., 1997).

A participação dos pesquisadores e estudiosos é fundamental no processo de evolução dos conceitos e práticas relacionados à GSCS. Além de lembrar os atores envolvidos sobre a urgência das questões ambientais, é preciso desenvolver e lhes apresentar técnicas e resultados tangíveis. A expressão “sustentabilidade” e suas correlatas precisam ser incorporadas como realidades presentes e indispensáveis e, acima de tudo bem-vindas à realidade produtiva e mercadológica ao invés de serem meramente encaradas como obrigações constrangedoras (VELDEN et al., 2016; SEBO e ROSENFELDEROVÁ, 2014).

3.2 Os resíduos dos aparelhos de telefonia móvel

3.2.1 Caracterização básicas dos resíduos dos aparelhos de telefonia móvel

Thavalingam e Karunasena (2016) observam que fatores como a evolução tecnológica constante e o agressivo estímulo mercadológico ao consumo dos eletrônicos, impulsionam um rápido desenvolvimento de novas versões dos aparelhos de telefonia móvel – ATM, fato que tem determinado o encurtamento da vida útil desses dispositivos. Semelhante aos outros equipamentos eletrônicos, os celulares estão fortemente incorporados à realidade de progressivo aumento da produção, do consumo e da conseqüente geração de resíduos sólidos nas sociedades modernas. Devido às características químicas de alguns dos seus componentes, o descarte dos telefones móveis tem potencial para gerar resíduos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Além desse problema, a crescente demanda por tais dispositivos acarreta a extração de diversos tipos de recursos naturais não renováveis e até mesmo de metais preciosos (SEBO e ROSENFELDEROVÁ, 2014).

WELFENS, NORDMANN e SEIBT (2016) constatam que a gestão dos resíduos de ATM tem falhado no mundo todo, principalmente devido à falta de conscientização coletiva a respeito desse problema. Para THAVALINGAM e KARUNASENA (2016) a população em geral não têm consciência do grau de periculosidade que os resíduos de ATM podem representar para a saúde e o meio ambiente.

No Brasil os ATM podem receber diversas designações, quais sejam: celulares, telefones celulares, telefones móveis, *smartphones* e *gadgets*. Esses termos podem representar tanto as denominações nacionais quanto as incorporações de palavras da língua inglesa. De forma similar, ao longo desta dissertação esses termos podem ser alternados, mas sempre se referindo, genericamente, a qualquer um dos tipos de dispositivos de telefonia móvel.

Por serem equipamentos eletroeletrônicos – EEE, os ATM, juntamente com os agrotóxicos, as pilhas, as baterias, os pneus, os óleos lubrificantes e as lâmpadas, estão entre as categorias de produtos de pós-consumo que, de acordo com a PNRS, deve ter a responsabilidade pela LR compartilhada por fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores (OLIVEIRA, MACHADO e FAVRETTO, 2015).

3.2.2 *Lacunas na sustentabilidade da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel*

Dois trabalhos podem ser destacados no que diz respeito à identificação dos chamados *hotspots*, ou seja, os pontos mais críticos da sustentabilidade na cadeia de suprimentos dos ATM. O primeiro deles é a pesquisa de Velden et al. (2016), a qual realiza uma análise pormenorizada de todo o ciclo de vida desses dispositivos, do ponto de vista socioambiental. O outro trabalho é o artigo de Wilhelm et al. (2015), o qual enfatiza os aspectos sociais da referida cadeia de suprimentos. O presente tópico abordará os *hotspots* em questão, conforme eles foram descritos por Velden et al. (2016), uma vez que, esse trabalho utiliza uma divisão dos estágios da cadeia de suprimentos, muito similar àquela que foi pormenorizada nesta dissertação anteriormente.

Tendo em visto o que foi exposto no parágrafo anterior, no quadro a seguir, serão elencados os principais *hotspots* do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel, conforme foram identificados por Velden et al. (2016):

Quadro 5 - *Hotspots* no ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel

FASE	<i>HOTSPOTS</i>
<p>1. Aquisição das matérias-primas</p>	<p>São extraídos da natureza os minerais, os metais e os elementos raros da terra, os quais são usados nos telefones móveis e outros eletrônicos. Cerca de 40% dos celulares consistem de metais. Essa extração está associada com muitos <u>impactos sociais</u> negativos, como o trabalho escravo, o trabalho forçado e o trabalho infantil em países como República Democrática do Congo e a Indonésia. Particularmente, no referido país africano, a extração está associada aos denominados “conflitos minerais”.</p> <p>Os <u>impactos ambientais</u> da extração dos recursos é resultado, especialmente, de envenenamento de água por produtos ao redor dos locais de mineração. A mineração também está associada ao uso intenso de água e de energia, e também com a produção de grandes quantidades de gases do efeito estufa.</p>
<p>2. Produção</p>	<p>Os <u>hotspots sociais</u> na manufatura de celulares e seus componentes têm relação com a falta de direitos trabalhistas e os baixos salários pagos por alguns fabricantes. Por causa da volatilidade nas previsões de produção, resultando na produção de lotes, trabalhadores experimentam uma grande quantidade de horas extras e a falta de dias de folga. E nessas fábricas os trabalhadores também podem estar expostos a materiais perigosos, resultando em sérias questões de saúde.</p> <p>Os <u>hotspots ambientais</u> na produção de celulares são as emissões de gases do efeito estufa durante a produção (principalmente como resultado do uso da eletricidade), assim como a poluição da água e do solo.</p>

<p>3. Utilização</p>	<p>O principal <u>hotspot social</u> no uso dos telefones celulares é o risco relacionado com a radiação. Em 2014, a Organização Mundial da Saúde classificou os campos eletromagnéticos produzidos por esses celulares como possivelmente carcinogênicos para os seres humanos, tendo por base um grande estudo da Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer.</p> <p>Do ponto de vista <u>ambiental</u>, tradicionalmente, as emissões dos gases de efeito estufa na fase da utilização dos ATM estavam relacionadas às recargas de suas baterias. Mas com a introdução dos smartphones, os telefones móveis são muito mais integrados com a internet. Na perspectiva de um sistema cíclico, tanto a rede de telefones móveis quanto os servidores que provém serviços a esses telefones (apps, armazenamento) precisam ser incluídos. Suckling e Lee (2015) mostram que, a emissão dos gases do efeito estufa, nesse contexto, supera as emissões das fases de extração e de produção juntas.</p>
<p>4. Fim da vida útil</p>	<p>Os <u>hotspots sociais e ambientais</u> no fim da vida útil dos celulares variam tremendamente. Nos países industrializados, a maioria dos celulares é armazenada em casa pelos consumidores e apenas 2.5 a 5 % dos aparelhos é reciclado. A mineração urbana, na qual os minerais provenientes dos celulares são recuperados, resulta em pelo menos 50% a menos da energia usada na mineração convencional e apresenta altas taxas de recuperação. A estocagem dos aparelhos antigos reforça os hotspots sociais e ambientais da extração de recursos. Mas nos países não industrializados os <u>hotspots</u> são gerados, principalmente, na própria reciclagem dos ATM e dos outros e-resíduos, pois ela é realizada em sistemas pouco efetivos.</p>

Fonte: Adaptado de Velden et al. (2016)

A seguir são apresentadas algumas imagens, as quais ilustram graficamente os *hotspots* no ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel.

Figura 4 – A relação da mineração de Coltan (matéria-prima para a fabricação de telefones móveis) com o trabalho escravo, o trabalho infantil e a guerra na República Democrática do Congo.



Fonte: Kosci e Borougerdi (2015).

Figura 5 - Janelas com grades para evitar o suicídio dos trabalhadores em uma grande fabricante de aparelhos de telefonia móvel na China.



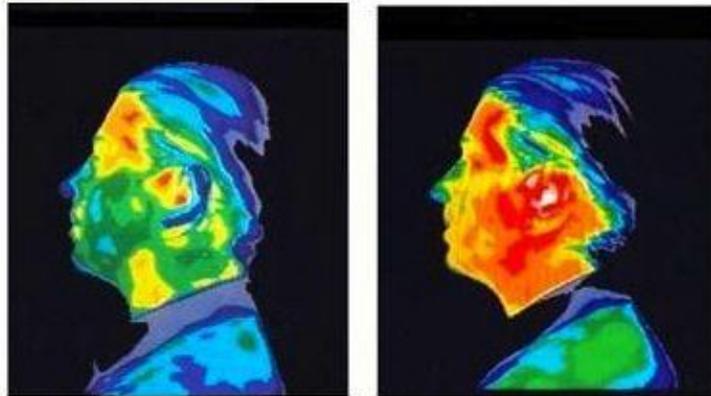
Fonte: SINOPIX (2011)

Figura 6 - Dormitórios precários nos quais trabalhadores em uma grande fabricante de aparelhos de telefonia móvel na China.



Fonte: SINOPIX (2011)

Figura 7 - Termografia indicando alterações na temperatura de uma cabeça humana após 15 minutos da utilização de um aparelho de telefonia móvel.



Fonte: Stadtner (2012).

Figura 8 - Fotografia artística chamando a atenção para o alto volume de consumo e de descarte dos aparelhos de telefonia móvel.



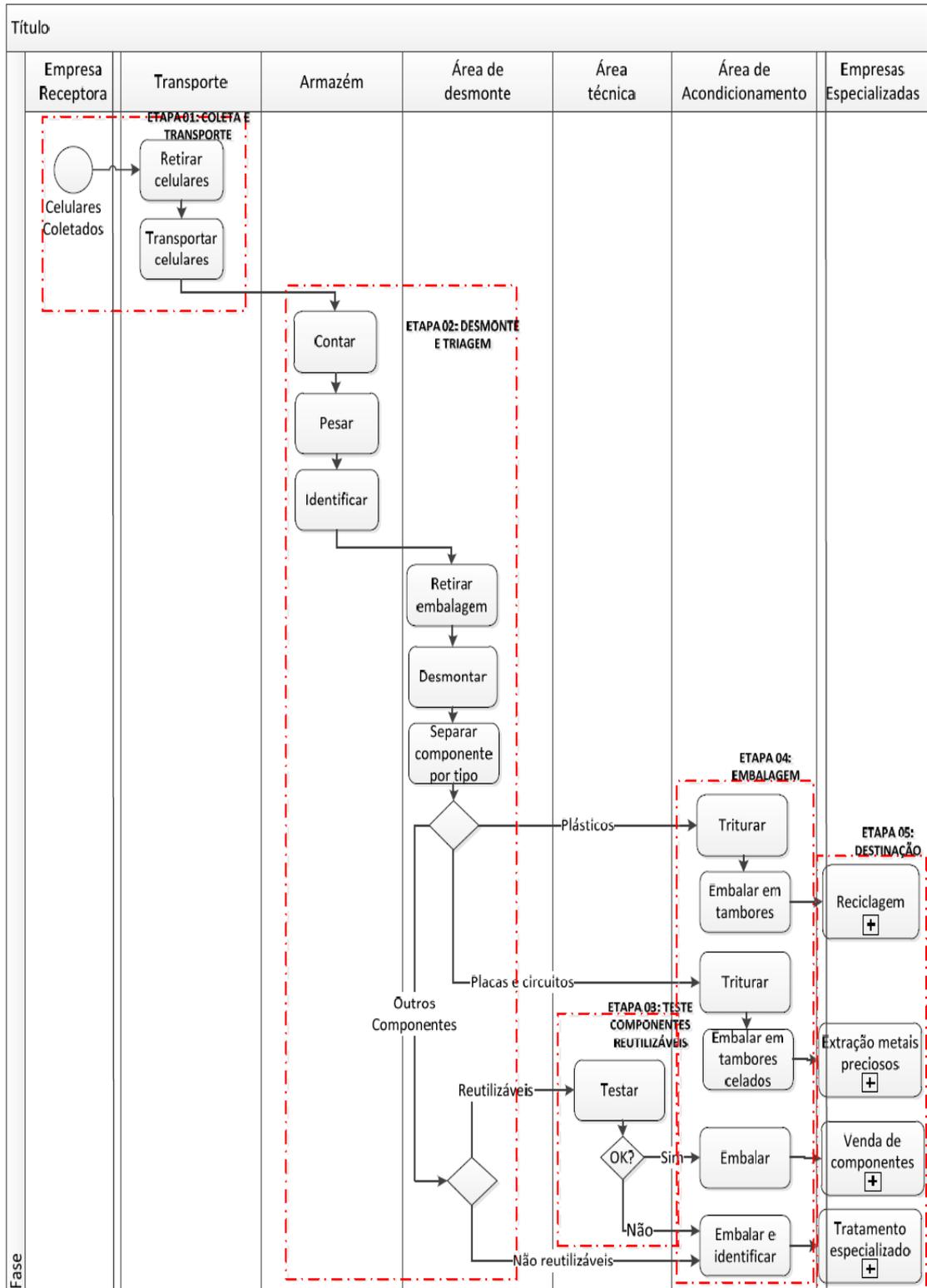
Fonte: Jordan (2005)

3.2.3 Modelos de gestão da LR dos aparelhos de telefonia móvel

Rossi, Mendonça e Feichas (2014) investigaram o canal reverso de telefones celulares no Brasil. Devido às lacunas que detectaram, eles propuseram um modelo para a gestão da LR desse canal reverso (Figura 9), o qual mostra os diversos estágios, processos e atores envolvidos. Esse é um dos poucos modelos encontrados na literatura que são voltados para a cadeia logística de celulares. Seu fluxo recomenda as ações necessárias para o estabelecimento de uma LR efetiva no setor em questão. Oliveira et al. (2013) também indica falhas no cumprimento da legislação com relação à LR dos ATM. Eles identificaram que, mesmo em situações em que um ator do canal reverso adota um programa de coleta dos aparelhos, a falta do planejamento global compromete um êxito maior da iniciativa. Essa constatação é semelhante à de Demajorovic et al. (2012), para quem as empresas responsáveis falham na comunicação aos clientes a respeito dos programas de LR, não conseguindo aproveitar sua boa disposição em colaborar com tais iniciativas.

O modelo desenvolvido por Rossi, Mendonça e Feichas (2014) detalha importantes fases para um fluxo eficiente de LR dos ATM no Brasil. Embora não esteja explícito no diagrama desse modelo, a proposta pressupõe que antes do estágio de coleta as empresas divulguem intensamente seus programas de LR entre os consumidores e incentivem sua participação nesses programas. O referido modelo, por outro lado, considera que o canal reverso de pós-consumo dos ATM é de natureza aberta, ou seja, a coleta visa basicamente o aproveitamento de suas matérias primas. Por essa ótica, esses materiais não necessariamente retornariam à linha de produção, na qual tiveram origem. Com efeito, essa descrição não condiz exatamente com o fluxo do diagrama do referido modelo, já que na Etapa 3 ele descreve uma testagem de componentes que eventualmente podem ser revendidos às empresas fabricantes dos aparelhos. Assim, os componentes aprovados no teste dessa etapa têm como destino a volta ao ciclo produtivo, aonde cumprirão as funções originais para as quais foram concebidos antes de seu descarte. Essa sequência está mais identificada com a concepção de canal reverso de pós-consumo de ciclo fechado (LEITE, 2003, p. 52).

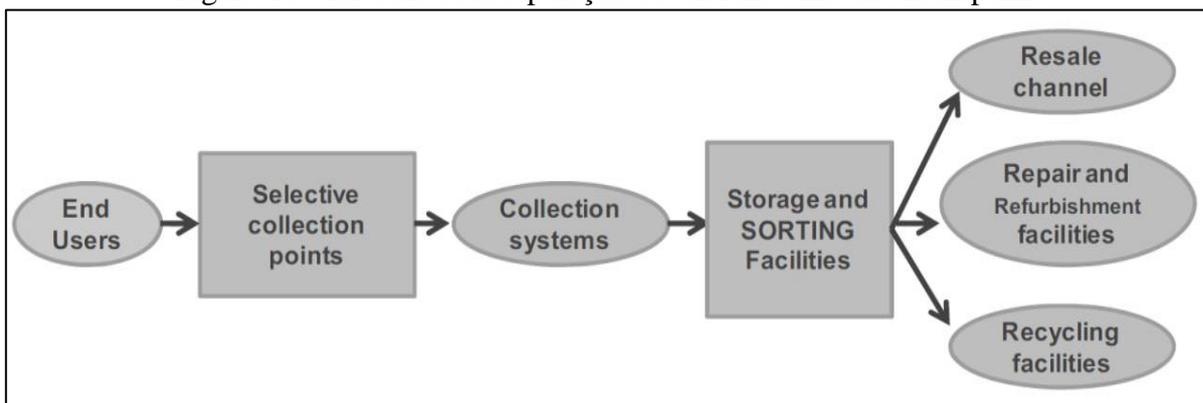
Figura 9 - Modelo de logística reversa pós-consumo para aparelhos celulares



Fonte: Rossi, Mendonça e Feichas (2014)

A limitação no modelo de Rossi, Mendonça e Feichas (2014), comentada a pouco, não diz respeito a uma questão meramente semântica, mas sim à própria ideia que parece permear a concepção dos programas de LR, que já estavam vigentes no setor de telefonia móvel à época de sua pesquisa. O enquadramento dos resíduos de telefones celulares em um “canal de ciclo aberto” automaticamente direciona os esforços da LR para a reciclagem dos materiais coletados. Essa postura limita consideravelmente as possibilidades para a gestão sustentável dessa CS, tendo-se em conta os diversos destinos possíveis para os materiais no fluxo da GSCS (Figura 3). Isso pode ser constatado em Geyer e Blass (2010) que mostram como, principalmente nos países economicamente mais desenvolvidos, o mercado de reutilização/revenda de telefones móveis é muito mais significativo, em termos econômicos, que o da reciclagem desses mesmos dispositivos. Devido à relevância desse mercado secundário, Ponce Cueto, González Manteca e Carrasco Gallego (2010) propuseram um modelo de recuperação dos celulares para a Espanha, o qual considera tanto a opção de reciclagem quanto a de reparo/reutilização desses aparelhos. No caso da realidade brasileira, Cruz (2008) menciona que uma investigação da LatinPanel, empresa especializada em pesquisas de mercados consumidores, apontava que o mercado secundário de ATM correspondeu a 26% do total comercializado desse setor no Brasil em 2007 (o equivalente a 7,2 milhões de aparelhos).

Figura 10 - Modelo de recuperação de telefones móveis na Espanha



Fonte: Ponce Cueto, González Manteca e Carrasco Gallego (2010)

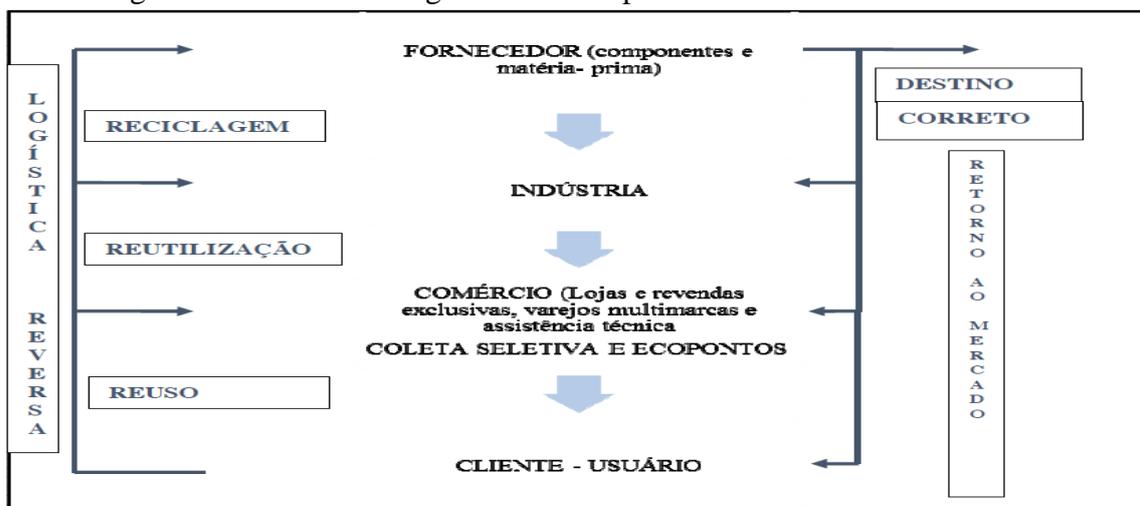
Ao refletir sobre a relevância do mercado de reutilização dos telefones móveis, é importante ter em conta a constatação de Agrawal, Singh e Murtaza (2015), segundo a qual o projeto de redes reversas pela perspectiva de mercados secundários é uma das mais importantes fronteiras para futuros estudos no cenário internacional da LR. Além disso, um dos principais fatores de sucesso, tanto da perspectiva da LR isoladamente quanto da GSCS, é a expectativa de ganho econômico em todo o ciclo das CS (DIAS, LABEGALINI e CSILLAG, 2012). A reutilização ainda precisa ser encarada como uma ferramenta imprescindível para o prolongamento do ciclo de vida de equipamentos com alta obsolescência. Apesar dela e muitas das práticas atuais de reciclagem não solucionarem a questão do destino final dos resíduos, ambas são mitigadoras importantes da geração desse tipo de poluente (MCDONOUGH e BRAUNGART, 2010).

Embora a terminologia seja amplamente utilizada na literatura brasileira sobre LR, em última análise, parece muito limitado classificar os canais reversos de determinados bens simplesmente como de ciclo aberto ou de ciclo fechado. É preciso considerar casos como o do produto em questão, cujos resíduos possuem características mistas. Quiçá seja razoável e útil, no contexto da GSCS, considerar um terceiro tipo de ciclo, “aberto e fechado simultaneamente”, que possa abarcar os objetos manufaturados mais complexos, cujos componentes geram tanto resíduos de ciclo aberto, quanto resíduos de ciclo fechado. Por fim, em termos de gestão dos resíduos sólidos, considerar os mercados secundários – os quais podem trabalhar com algum “R” distinto da reciclagem ($R \neq$ reciclagem), p. e., a revenda direta, a remanufatura, o condicionamento ou a remodelação – dos materiais de pós-venda e/ ou pós-consumo de certos produtos, permite extrapolar o conceito mais formal de LR e conceber mais claramente a essência da GSCS.

Apesar de terem sido encontradas poucas referências a respeito do mercado de reuso dos ATM no Brasil, dados recentes mostram que o peso mercadológico desse segmento tem crescido de maneira importante. A atual conjuntura de crise econômica que se observa no país tem potencializado as atividades no contexto desse mercado secundário, pois nele, além de serem comercializados com preços muito reduzidos, em comparação com os dos aparelhos novos, os chamados dispositivos “de segunda mão” podem gerar uma renda adicional para os seus antigos proprietários (CAPELAS e SAWADA, 2016). Em contrapartida, estudos especializados mostram que tem havido quedas anuais sucessivas das vendas de aparelhos novos de telefonia móvel recentemente (MARRA, 2015).

Oliveira, Machado e Favretto (2015) pesquisaram o descarte de telefones celulares e suas respectivas baterias no município de Chapecó, estado brasileiro de Santa Catarina, com o intuito de criar um modelo de logística reversa para esses materiais. No modelo que elaboraram (Figura 11), eles levaram em conta tanto os fluxos dos resíduos para a reciclagem, quanto os que conduzem aos mercados secundários para a eventual revenda dos aparelhos em boas condições. Possivelmente a razão do modelo de LR construído por Oliveira, Machado e Favretto (2015) melhor incluir os mercados secundários dos aparelhos de telefonia, seja o fato dele ter por base o modelo do Ministério do Meio Ambiente – MMA. Evidentemente a concepção formulada pelo MMA dá especial atenção às diretrizes da PNRS, entre as quais está justamente a preocupação no envolvimento mais ativo dos diversos atores dos canais reversos. O modelo de Rossi, Mendonça e Feichas (2014), por sua vez, parece ter seu foco principal no melhoramento dos programas de LR, que são já adotados no Brasil, mas que foram desenvolvidos por iniciativa dos fabricantes e/ ou operadoras de telefonia móvel. Essa distinção torna-se muito relevante quando se estuda a pesquisa de Geyer e Blass (2010), pois nela os autores discorrem sobre o debate entre especialistas da área, a respeito de qual fim seria ambientalmente mais favorável para os referidos resíduos. A dúvida surge da comparação entre os benefícios, tanto ambientais quanto econômicos, da reciclagem e da reutilização. Portanto, do ponto de vista dos fabricantes não haveria interesse em estabelecer parcerias que favorecessem os mercados secundários dos aparelhos de telefonia, que são seus virtuais concorrentes em termos de vendas.

Figura 11 - Modelo de logística reversa para telefones celulares e suas baterias



Fonte: Oliveira, Machado e Favretto (2015)

A já mencionada crise econômica brasileira tem contribuído para que parte dos revendedores de celulares novos, inclusive algumas operadoras de telefonia, modifique sua postura com relação ao mercado secundário dos aparelhos. Em (2015) mostra que algumas dessas empresas têm recebido os telefones usados como parte do pagamento por dispositivos novos. Esse fato pode ser uma indicação para o aumento da importância dos mercados secundários desses materiais futuramente e, conseqüentemente, favorecerá a adoção de modelos de LR similares ao proposto por Oliveira, Machado e Favretto (2015).

A respeito da reciclagem como opção para os resíduos dos telefones celulares, Rossi, Mendonça e Feichas (2014) constataram que os materiais de maior valor agregado – as placas de circuito interno, que contém metais preciosos – são exportados para reaproveitamento em outros países. Isso acontece porque no Brasil ainda não há nenhuma empresa que recicle esses componentes. Moraes et al. (2012) utilizaram ACV para comparar dois cenários da reciclagem dos celulares: o primeiro deles é o que já ocorre, com a exportação de parte do material, e o segundo com todos os processos realizados no Brasil. O resultado dessa comparação conclui que o cenário hipotético, de reciclagem dessas placas no Brasil, traria diversos ganhos em termos socioambientais e econômicos. É válido ter em conta que, Hori (2010) analisou o caso de uma empresa fabricante de celulares instalada no Brasil, do ponto de vista contábil. Ela considerou a taxa cambial da época, de um dólar para cada 1,85 real (1 U\$\$ = R\$1,85), e concluiu que o fato da LR incluir a exportação das placas de circuitos, não necessariamente implicaria na elevação de custos para seus fabricantes.

3.3 Uso de Geoprocessamento na gestão sustentável da cadeia de suprimentos

Neste item do trabalho serão apresentados alguns conceitos básicos a respeito de bancos de dados geográficos e alguns exemplos de aplicações do geoprocessamento à gestão da cadeia de suprimentos.

3.3.1 Modelagem de dados geográficos

Magalhães (2015) relata que há uma crescente informatização dos processos empresariais e um conseqüente aumento das informações que são geradas e armazenadas para futuras utilizações. Essas informações são armazenadas de maneira que possam manter relações entre si e, atualmente, a ferramenta mais utilizada para realizar essa tarefa eletronicamente é denominada de sistema gerenciador de bando de dados - SGBD.

No SGBD é implementado o banco de dados - BD, cujos principais objetivos são: evitar o armazenamento duplicado da mesma informação, permitir atualizações simultâneas das informações, controlar o acesso e proporcionar segurança aos dados, garantir a integridade dos dados e manter os padrões impostos pelo administrador do BD (MAGALHÃES et al., 2015).

A modelagem de dados é uma etapa fundamental no desenvolvimento de sistemas de informação, ela vincula um determinado problema com as possíveis soluções computacionais para ele. No projeto de um BD é preciso desenvolver os três tipos de modelos a seguir: o modelo conceitual de dados – MCD, o modelo lógico de dados – MLD – e o modelo físico de dados – MFD (RODRIGUES e OLIVEIRA, 2013). A modelagem, grosso modo, é o resultado do esforço científico de simplificar uma determinada realidade observada. Essa simplificação, ou abstração, tem como objetivo o melhor entendimento e o manejo das informações relacionadas ao problema que está sendo analisado (SAYÃO, 2001).

O MCD é obtido a partir da primeira análise do problema para o qual será desenvolvido um BD, nele são representados os objetos envolvidos e seus relacionamentos. Já na fase de criação do MLD são consideradas as escolhas das tecnologias que serão utilizadas para criar o BD, e a adequação do MCD a elas. O MFD, por sua vez, pode ser encarado como o próprio código que implementa o BD (RODRIGUES e OLIVEIRA, 2013).

Ribeiro et al. (2016) utilizou um banco de dados geográficos – BDG como estratégia para o levantamento e análise de informações a respeito da vulnerabilidade ecológica de uma região específica. Essas autoras identificaram diversas vantagens da utilização dessa abordagem, entre as quais se destacam: a possibilidade de se trabalhar com um grande volume de dados a um baixo custo, capacidade de realização de análises visuais relevantes, disponibilização das informações para reutilizações futuras em problemas diversos e geração de mapas e apresentações para trabalhos variados (RIBEIRO et al., 2016). O desenvolvimento dos BDG é relativamente recente, quando comparado aos BD tradicionais, algo em torno de duas décadas. A maioria dos BDG é baseada no modelo geométrico, o qual contém representações para pontos, linhas, polígonos, coleções homogêneas e heterogêneas de geometrias (DE QUEIROZ, MONTEIRO e CÂMARA, 2013).

A modelagem dos dados geográficos é uma atividade complexa, pois necessita conceber a representação dos complexos fenômenos espaciais do mundo real, em de objetos computacionais discretos. Essa atividade precisa levar em conta o seguinte: a transcrição da informação geográfica em unidades lógicas de dados; o aspecto cognitivo da percepção espacial, que pode em diferentes observadores; a diversidade de dados geográficos; as possíveis relações espaciais entre os objetos geográficos (BORGES, DAVIS e LAENDER, 2005). A evidência da importância do projeto de um BDG fica explícita quando se lê a afirmação de Câmara (1995), segundo a qual “A base de dados espacial é o componente de maior custo em um sistema de Geoprocessamento[...]”.

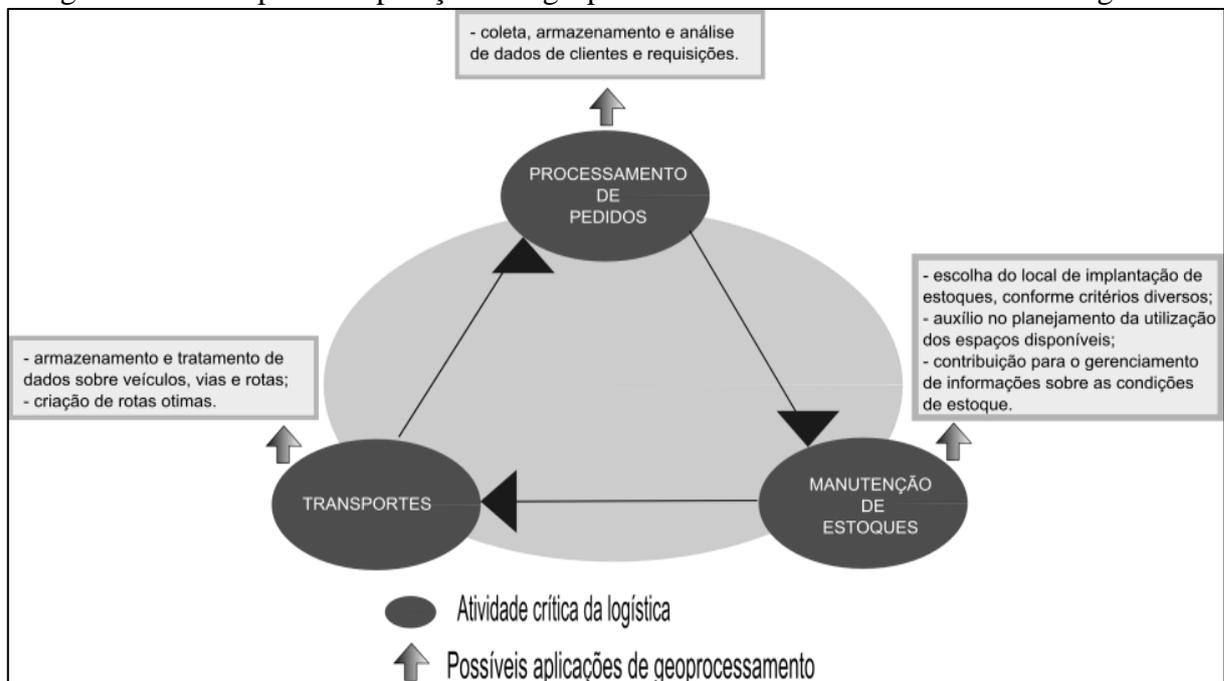
Em Mateos (2013) lê-se que o conhecimento relativo aos sistemas de geoprocessamento, ou SIG, estava fundamentalmente direcionado aos especialistas da área. Segundo o referido autor, esse paradigma foi alterado em meados da década de 2000, quando diversas empresas de *internet* passaram a disponibilizar informação geográfica interativa. Esses serviços voltados para a denominada *geoweb* se concatenaram a outros, como *blogs*, *wikis*, redes sociais diversas etc.

3.3.2 Uso de geoprocessamento na logística

Na literatura é possível encontrar diversos exemplos de aplicações das mais variadas abordagens de modelagem, utilizadas no tratamento de problemas relacionados à logística. Nas últimas décadas as tecnologias da informação têm sido frequentemente aplicadas para o aumento da capacidade e da agilidade, para a obtenção de resultados das análises mais complexas. Exemplo disso pode ser visto em Oliveira e Lima (2014), que utilizou modelagem matemática e simulação computacional para a avaliação de diversos aspectos envolvidos na LR de destinação final de resíduos sólidos urbanos. Os sistemas de SIG podem representar um importante auxílio para o planejamento da GSCS. Isso fica demonstrado por Barbosa e Oliveira (2014), que utilizaram a análise de redes em ambiente SIG para auxílio da tomada de decisão na LR de pneus usados. Tratando da coleta seletiva, Moraes *et al* (2012) consideraram como importante o uso de geoprocessamento para o planejamento de alguns aspectos da LR.

Os SIG podem ser ferramentas utilizadas para o gerenciamento das três atividades primárias da logística (o transporte, a manutenção de estoques e o processamento de pedidos). Além de grande capacidade na coleta, armazenagem e tratamento de informações (função que pode ser utilizada no Processamento de Pedidos), os SIG já foram testados com sucesso para a escolha de instalações (Manutenção de Estoques) como, por exemplo, em Mapa e Lima (2012). Oliveira e Lima (2010) puderam mensurar melhorias significativas na logística da coleta de materiais recicláveis, através do uso de SIG voltado aos transportes. Também foram utilizados na escolha de rotas ótimas (planejamento de Transportes) por Brasileiro e Lacerda (2008).

Figura 12 - Exemplos de aplicações de geoprocessamento no ciclo de atividades logísticas



Fonte: Autoria própria (2016).

Rada, Ragazzi e Fedrizzi (2013) analisaram a gestão dos resíduos sólidos urbanos através da utilização dos SGBD baseados na *internet*, os quais têm estabelecido o padrão das aplicações de SIG na *web*, ou *Web-Gis*. Essa pesquisa detalha o uso de diversas tecnologias que, combinadas, permitem a administração da logística em um nível bastante preciso, do ponto de vista dos gestores dos resíduos sólidos. Também é realizada a comparação desse procedimento em economias desenvolvidas e em desenvolvimento.

Na revisão de literatura realizada por Sarkar (2007) está evidente como os SIGs têm sido aplicados para responder diversas perguntas decisivas para a logística, entre as quais se destacam:

- Quais as melhores rotas para entregas?
- Como poderiam ser agendadas as entregas?
- Quais recursos móveis estão disponíveis?
- Qual a melhor política de gestão territorial?
- Quais são os melhores locais para instalação dos centros de distribuição?
- Como otimizar o uso da frota para atingir metas e reduzir custos?

O autor, a pouco referido, resume SIG como um conjunto de elementos computacionais, o qual é formado pelo *hardware* e pelo *software* capazes de capturar, manejar, analisar e exibir dados georreferenciados. Tais dados podem estar enriquecidos com outras informações de diversas naturezas, as quais são neles embutidas através de geoprocessamento.

3.4 O projeto-piloto “descarte ON”

Neste item do trabalho serão apresentadas as características do projeto “descarte ON”, o qual é uma iniciativa implantada no município de São Paulo e visa à gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – REEE. O referido projeto foi escolhido para ser estudado em maior detalhe do que as outras iniciativas semelhantes, as quais foram analisadas ao longo da revisão de bibliografia. Isso porque, considera-se que existam razões suficientes para destacar a citada iniciativa como um exemplo ilustrativo da análise realizada no presente estudo. Essas razões serão expostas ao longo deste item.

O Japão foi citado anteriormente nesta dissertação, devido às ações firmes de seus governantes, quanto à gestão de resíduos sólidos, as quais tendem a obter sucesso no engajamento de todos os atores envolvidos, principalmente o consumidor final. Essa postura governamental japonesa pode ser vista sob a perspectiva da Teoria da Regulação, de Lawrence Lessig. A referida teoria identifica quatro modalidades, através das quais os comportamentos individuais podem ser moldados, as quais são: as normas sociais, os mercados, as leis e a arquitetura (SCHNEIER, 2014).

Ainda sob a perspectiva da teoria de Lawrence Lessig, é possível identificar a relação da experiência japonesa de descarte dos resíduos, com as leis e, quiçá, com as normas sociais.

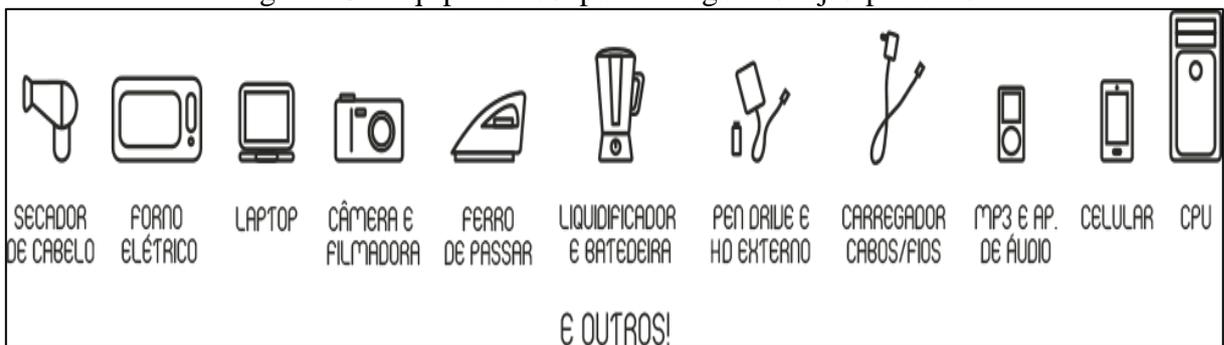
Pois, quando uma lei é imposta pelo Estado aos seus cidadãos, através da ameaça de punições por descumprimento, tende a haver o estabelecimento de um comportamento de obediência a essa norma. Essa obediência pode, eventualmente, consolidar-se como um comportamento social característico dos membros daquela sociedade. Nesse contexto, a desobediência àquela lei pode tornar-se reprovável do ponto de vista da comunidade, ou, em outros termos, pode ser vista como uma inadequação a um costume social estabelecido. Por outro lado, o *design* dos produtos pode ser identificado com o aspecto da Teoria da Regulação que é denominado como arquitetura. Desse ponto de vista, as formas como os equipamentos são projetados e apresentados aos consumidores podem favorecer tanto o prolongamento dos seus respectivos ciclos de vida, quanto à destinação correta dos seus resíduos de pós-consumo (VELDEN et al., 2016; SCHNEIER, 2014).

Recentemente algumas das práticas japonesas para a gestão dos REEE estão sendo experimentadas na realidade brasileira. Trata-se da iniciativa denominada “descarte ON”, a qual está descrita em seu endereço eletrônico como sendo “um projeto-piloto do Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos no Brasil” (DESCARTE ON, 2016). A principal responsável por esse projeto é a JICA – Agência de Cooperação Internacional do Japão, a qual é um órgão do governo japonês e tem como foco o apoio a projetos voltados para “o crescimento e a estabilidade socioeconômica dos países em desenvolvimento com o objetivo de contribuir para a paz e o desenvolvimento da sociedade internacional” (JICA, 2016).

O Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos no Brasil tem o propósito de apresentar ações para a melhoria da LR dos REEE no cenário brasileiro. Essa iniciativa tem como parceiras as seguintes entidades brasileiras: o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, o Ministério do Meio Ambiente – MMA, e a Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP. Seu período de duração foi estipulado entre o mês de setembro de 2014 ao mesmo mês do ano de 2017. O projeto-piloto “Descarte ON” pode ser considerado como uma fase de teste do projeto de LR de REEE da JICA e deverá fornecer dados para subsidiar a sua implantação.

A área de atuação do “descarte ON” foi limitada à subprefeitura da Lapa, que é um agrupamento de distritos do Município de São Paulo. Estão previstas duas formas de coleta dos REEE: os resíduos de aparelhos considerados pequenos ou médios (ver Figura 13) devem ser entregues pelos consumidores em uma das dez lojas parceiras do projeto, no período entre 28 de abril de 2016 e 31 de dezembro do mesmo ano. As dimensões desses objetos, considerados pequenos e médios, são de até 60 cm de largura, 50 cm de comprimento e 75 cm de altura. Destaca-se que estão excluídos da coleta os seguintes itens: baterias, pilhas, lâmpadas fluorescentes e toners/cartuchos de impressoras (Figura 14). Esses objetos poderiam ser considerados REEE pequenos, mas o projeto informa que já existem sistemas próprios de LR para eles. Também é informado que materiais que não couberem nas caixas de coleta, não devem ser deixados no local, pois não serão aceitos. Os equipamentos maiores poderão ser coletados nas casas dos consumidores, entre o dia 27 de junho e o dia 31 de dezembro de 2016 (DESCARTE ON, 2016).

Figura 13 - Equipamentos para entrega nas lojas parceiras.



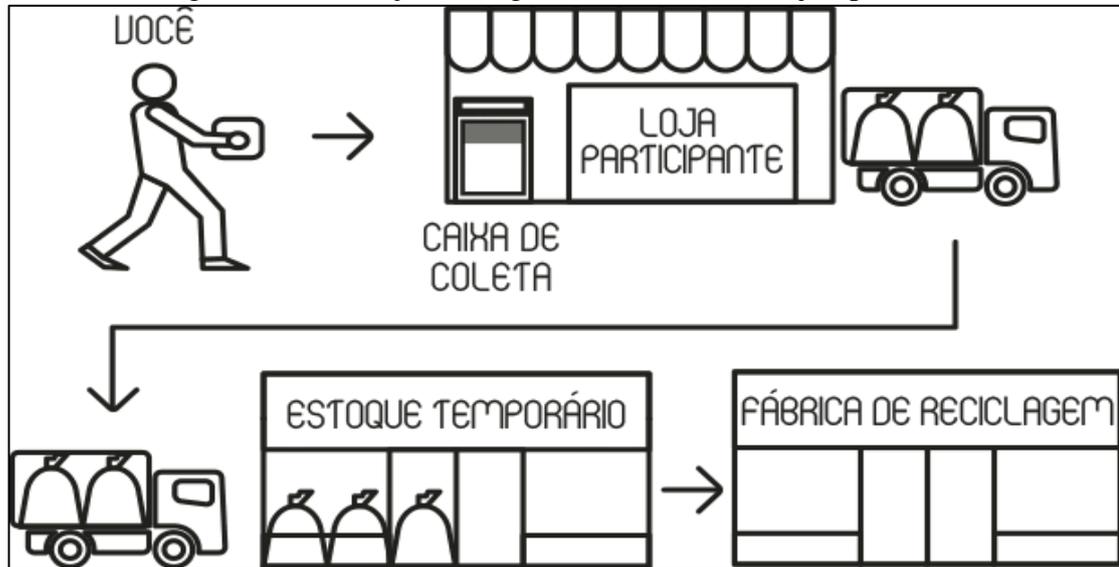
Fonte: Descarte ON (2016)

Figura 14 - Itens que não são aceitos pela coleta do Descarte ON.



Fonte: Descarte ON (2016)

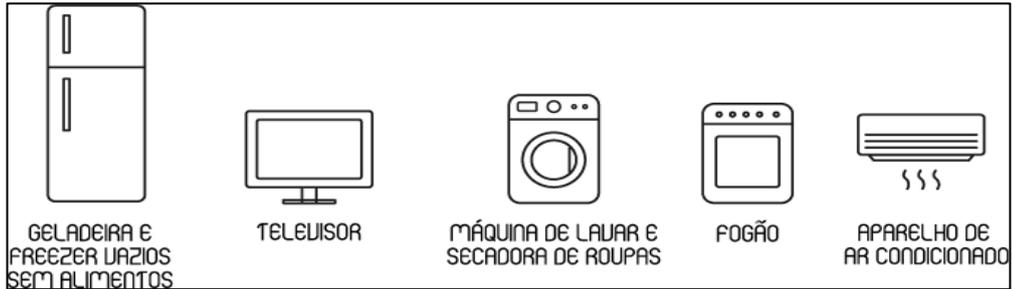
Figura 15 - Ilustração da logística de coleta nas lojas parceiras.



Fonte: Descarte ON (2016)

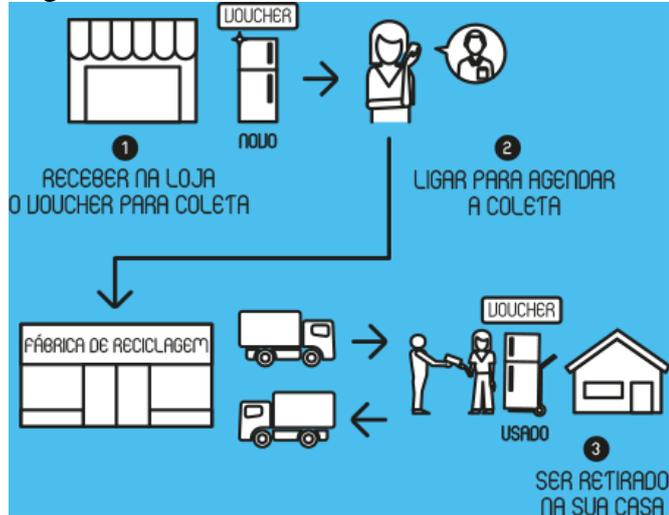
No *website* do “descarte ON” constam os endereços das lojas que podem realizar a coleta residencial dos equipamentos considerados de grande porte (ver Figura 16). Essa coleta está condicionada à compra de um novo produto, do mesmo tipo, em um dos estabelecimentos participantes. Ao realizar a compra o consumidor recebe um voucher ou cupom, do estabelecimento no qual adquiriu o produto novo. Posteriormente o cliente pode agendar, via telefone, a retirada do equipamento usado que está em sua residência. O procedimento de coleta pode variar minimamente, de acordo com o ator de revenda. Essa variação diz respeito, basicamente, a quem o consumidor aciona para coletar o material, conforme pode ser visto nas Figuras 17 e 18. Para que a coleta seja efetivada, o cliente deve pagar uma taxa simbólica de R\$10,00 (dez reais); esse valor é destinado a cobrir parte dos custos com o frete do equipamento coletado.

Figura 16 - Categorias de REEE grandes.



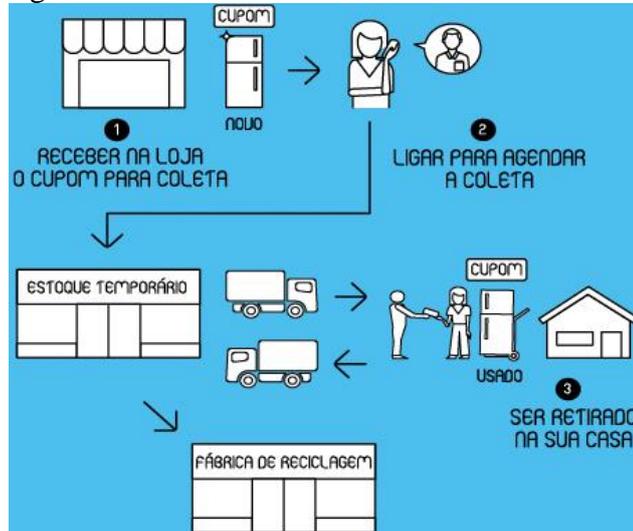
Fonte: Descarte ON (2016)

Figura 17 - Coleta domiciliar de REEE modelo 1.



Fonte: Descarte ON (2016)

Figura 18 - Coleta domiciliar de REEE modelo 2.



Fonte: Descarte ON (2016)

A respeito da opção pela região alvo, o *site* do “Descarte ON” apresenta algumas justificativas para a escolha da Subprefeitura da Lapa, conforme seguem abaixo:

- A região da Subprefeitura da Lapa possui um centro comercial bastante movimentado, proximidade aos terminais de ônibus e trens, o que atrai muitos compradores de regiões vizinhas;
- Todas as camadas sociais estão representadas na região;
- A região já foi alvo de projetos de sustentabilidade em resíduos, como por exemplo, o Projeto Consumo Sustentável e Ação em Resíduos Sólidos, realizado pelo Instituto 5 Elementos.

Além da JICA, participam do comitê técnico do projeto, dentre outros, alguns representantes das diversas esferas de governo e dos setores da indústria e do comércio. Esse comitê foi o responsável por sugerir as lojas parceiras que poderiam participar do projeto. De maneira semelhante, também foi escolhida a empresa recicladora que ficou responsável pelo tratamento dos resíduos coletados pelo projeto.

Conforme já foi descrito anteriormente, o projeto “Descarte ON” tem a sua atuação limitada a um espaço de tempo relativamente curto e não é direcionado especificamente à GSCS dos ATM. Mesmo assim, certas idiosincrasias dessa iniciativa são muito interessantes para as análises desta dissertação. Além do que já foi exposto ao longo deste item, são destacadas abaixo algumas características que distinguem o “Descarte ON” como o exemplo ilustrativo principal deste estudo:

1. Ele é, muito provavelmente, o projeto mais recente a tratar a questão dos REEE no município de São Paulo, município esse que é a região foco desta dissertação, desde sua concepção inicial;
2. Há uma quantidade razoável de informações e descrições a respeito desse projeto, disponíveis em seu *website* oficial (DESCARTE ON, 2016). Também está disponível, na forma de dados abertos, uma grande quantidade de informações geográficas, as quais detalham diversos aspectos da região da Subprefeitura da Lapa. Portanto, acredita-se que haja dados suficientes para o nível de análises que esta dissertação se propõe a realizar;
3. Por ser uma iniciativa recente, os organizadores do “Descarte ON” tiveram a possibilidade de avaliar e corrigir falhas dos projetos similares a ele, os quais foram implementados anteriormente no Brasil;

4. O projeto conseguiu envolver vários dos atores que compõem as cadeias de suprimentos dos EEE, ao invés de estar direcionado à realidade de uma empresa ou instituição em particular;
5. Desde sua concepção o “Descarte ON” ambiciona ser o ponto de partida para um projeto de LR muito mais amplo e abrangente, o qual pode, eventualmente, tornar-se o padrão para realidade brasileira da gestão dos REEE;
6. Pelo fato do projeto partir de uma organização sediada no Japão, ele tende a trazer para o Brasil a expertise e eventuais práticas de sucesso nipônicas de tratamento dos REEE.

4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

4.1 Resultados da revisão bibliográfica qualitativa

Como resultado inicial, acredita-se que, da maneira como foi realizada, a revisão qualitativa de literatura tende a contribuir para a discussão do papel da logística no contexto da Ciência Ambiental. Mais do que isso, essa contribuição da reflexão sobre a GSCS pode ser encarada como um refinamento do conceito tradicional de GCS. Isso porque, ao se pensar a GSCS surge a possibilidade de elos entre *stakeholders* que, usualmente não são cogitados.

Também foi possível, através dessa revisão bibliográfica, perceber que o tema abordado ainda possui diversas lacunas de estudo e que, nacional e internacionalmente, a GSCS dos ATM ainda não está bem consolidada. No que diz respeito à realidade brasileira da CSCS para os ATM, os estudos ainda são incipientes e eles, com frequência, apenas procuram caracterizar o que já ocorre nessa CS em determinadas regiões do país. Alguns desses trabalhos possuem focos mais específicos e proposições menos genéricas, como é o caso, por exemplo, dos artigos de Oliveira, Machado e Favretto (2015) e de Rossi, Mendonça e Feichas (2014), cujas publicações procuraram desenvolver modelos de gestão para a LR dos ATM. Demajorovic et al. (2012), por outro lado, focou na comunicação que as empresas de telefonia móvel fazem dos seus programas de LR aos seus clientes.

Foram encontradas poucas referências de trabalhos internacionais, que, de alguma forma, incluem considerações sobre a modelagem espacial de dados para a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Nenhuma das publicações brasileiras aborda a modelagem espacial para a gestão do ciclo de vida desses materiais.

Outros pontos que são mencionados ao longo dos textos de algumas das referências citadas, mas que não estão detalhadamente presentes nos referidos modelos nacionais de gestão da LR, são comentados a seguir:

4.1.1 Qual a postura que um programa de logística reversa deve assumir com relação aos aparelhos de telefonia móvel mais antigos, que se encontram “aposentados e hibernando” nas residências dos seus proprietários?

Com relação aos ATM de pós-consumo, que permanecem guardados por seus proprietários, os referidos trabalhos tendem a considerá-los somente como matéria-prima a ser reciclada. Bastaria, portanto, que as campanhas de estímulo à disposição desses materiais orientassem os consumidores para que disponibilizassem esses resíduos. No entanto, quando se inclui o mercado secundário de revenda nesse cenário, mesmo os dispositivos mais antigos, teoricamente, poderiam ser revendidos. Por outro lado, essa revenda tende a ser mais específica e, realizada apenas por alguns poucos agentes desse mercado. Mas mesmo que haja um fluxo mínimo desses ATM mais antigos para os mercados secundários, essa consideração precisará ser pensada no projeto de um *web-SIG*, pois pode demandar uma opção a mais no cadastro de aparelhos do sistema. Além disso, nele deverão constar as localizações dos atores que podem ser incluídos apenas para contemplar esse nicho. De qualquer forma, essa possibilidade dependeria de uma análise da viabilidade de se prolongar o ciclo de vida dos dispositivos muito ultrapassados.

4.1.2 Como determinar a escolha dos locais e dos recipientes adequados para a coleta dos aparelhos de telefonia móvel?

O armazenamento incorreto dos dispositivos também pode ocorrer nos locais escolhidos para serem postos de coleta. Por isso devem ser feitas avaliações aprofundadas, sobre os recipientes necessários para essa coleta, assim como sobre a regularidade com que eles devem ser esvaziados. Também se deve ter em conta a capacidade e a segurança que determinados locais, como, por exemplo, escolas, lojas e assistências técnicas, possuem para esse tipo estocagem. Essas ponderações podem fornecer subsídios para que, no BDG, seja criada uma hierarquia de locais com prioridade, maior ou menor, para serem escolhidos como postos de coleta dos ATM.

4.1.3 Qual é o papel da rastreabilidade dos aparelhos de telefonia móvel em um programa de logística reversa?

A questão da rastreabilidade dos ATM pode representar um recurso muito útil para a gestão da CS dos ATM. Existem diversas maneiras de localizar os ATM, sobretudo os mais modernos, seja por rede de dados, via satélite ou conexão de *internet*. Além disso, todos os dispositivos devem receber, de fábrica, um número de identificação internacional e exclusivo, que é chamado de IMEI – *International Mobile Equipment Identity* (PIROTTI e ZUCCOLOTTO, 2009). A depender do volume de informações contidas no BD de IMEI e da própria disponibilidade desse banco de dados, seria possível cruzá-lo com os registros do BDG. A partir desse cruzamento, o fluxo de informações, para a gestão dos ATM de pós-consumo, seria muito mais preciso.

4.1.4 Qual deve ser adotada em relação ao mercado irregular de aparelhos de telefonia móvel?

Rossi, Mendonça e Feichas (2014, p. 10) identificaram que o mercado irregular, ou “pirata”, de ATM é um dos limitadores para a operação conjunta, dos diversos atores, da LR dos aparelhos. A Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL – estuda maneiras de inibir o comércio de dispositivos sem homologação. Em 2014 entrou em vigor a fase experimental do Sistema Integrado de Gestão de Aparelhos – SIGA –, o qual utiliza o código IMEI para identificar os ATM (ANATEL, 2014). Há questionamentos quanto à eficácia desse sistema, pois podem ser incluídos no chamado Cadastro de Equipamentos Móveis Impedidos – CEMI, tanto os ATM irregulares e subtraídos dos proprietários (através de perda, furto ou roubo) quanto os aparelhos adquiridos, de forma regular, em outros países. Some-se a isso o fato de que criminosos são capazes de inserir códigos falsos ou clonados de IMEI, nesses ATM irregulares e subtraídos (NUNES, 2014).

Mesmo considerando a possibilidade de adulteração do IMEI, a importância desse código para a rastreabilidade dos ATM no fluxo da CS permanece. Na verdade, o cruzamento de dados entre o BDG para a GSCS dos ATM, o BD dos IMEI e o CEMI pode criar benefícios complementares para os *stakeholders*. Por exemplo, após o proprietário cadastrar o IMEI de um ATM, totalmente regular, do qual pretende se desfazer, o sistema deve indicar a esse proprietário quais são os endereços possíveis para a disposição do referido ATM. Adicionalmente o sistema pode estimular o cliente a indicar qual o local escolhido para dispor o ATM e, se de fato, ele realizou essa disposição.

Esse procedimento de cadastro do IMEI também poderia ser realizado no próprio posto de coleta, a depender de sua estrutura para isso. Conforme o destino seguido por esse suposto ATM, dentro da cadeia de suprimentos, as operadoras, a ANATEL, ou outros atores interessados, poderão constatar e acompanhar irregularidades. Se, por exemplo, o cadastro no banco de dados geográfico informa que o aparelho com determinado IMEI foi encaminhado para a reciclagem, esse mesmo código não poderá constar como ativo em nenhum outro cadastro. Por outro lado, um cliente alheio às informações a respeito dos mercados irregulares de ATM, ao cadastrar seu dispositivo no BDG, pode ser informado da má procedência do aparelho. Esse fato pode influenciar a decisão de adquirir, ou não, um no ATM no mesmo vendedor.

4.1.5 Qual o papel do fluxo de doações no ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel?

Obras que estudaram o mercado de ATM no Brasil, como, por exemplo, Arenhardt et al. (2015) e Koga et al. (2014), relatam que parte considerável do volume total dos aparelhos é doada por seus proprietários. Ao mesmo tempo, esse fluxo de doações não está claramente presente nas considerações sobre a gestão da CS dos ATM.

Considerar que o fluxo de doações é relevante para o sucesso de um eventual banco de dados geográficos para os ATM, pois uma das principais funções dele seria indicar demandas por disposição de aparelhos para os atores responsáveis. Isso poderá ser possível conforme a qualidade dos dados disponíveis e o nível de integração dos agentes na referida CS. Essas indicações de demanda por disposição poderão ser geradas por estimativas, através de projeções de consumo dos ATM, a partir do perfil econômico-demográfico de determinadas regiões. Mas elas poderão ser mais precisas, no caso de haver cruzamentos de informações geográficas mais refinadas, entre as quais: IMEI dos ATM conforme seus lotes de fabricação e os destinos geográficos desses lotes; identificação dos locais aonde os ATM foram vendidos etc. Evidentemente a disponibilidade desses dados deverá ser avaliada, levando em conta a privacidade dos compradores e o interesse estratégico das empresas envolvidas.

A partir dos referidos dados o SIG poderá criar *clusters* com os pontos de demanda, os quais poderão ser cruzados com os pontos dos locais de coleta mais próximos desses *clusters*. Para que a demanda de uma área não seja superestimada, o BDG deverá considerar os ATM que não estão mais disponíveis para a disposição. Uma fatia razoável desse material indisponível pode ser atribuída aos ATM que foram doados para proprietários de outra região. Mais uma vez, para que esses registros se tornem disponíveis, é fundamental que as campanhas educativas estimulem a participação de todos os proprietários de ATM.

4.2 Resultados da revisão quantitativa de literatura a respeito da situação dos resíduos de aparelhos de telefonia móvel

A seguir são apresentados os dados quantitativos, que permitem explorar, em maior detalhe, a produção bibliográfica referente ao ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel.

No total foram analisados 53 artigos, sendo 33 deles internacionais e 20 nacionais. As tabelas 1 e 2 apresentam as listas de datas, dos autores, das regiões de pesquisa e dos escopos de cada um desses trabalhos.

A Figura 19, por sua vez, apresenta dois gráficos, os quais comparam o volume anual e o escopo dos trabalhos nacionais e dos trabalhos internacionais. Através dela é possível notar, entre outras coisas, que a produção internacional sobre o assunto foi iniciada três anos antes que a nacional, tendo crescido substancialmente nos últimos dois anos.

Um dos aspectos, da gestão dos resíduos de ATM, no qual o uso de geoprocessamento pode auxiliar, é a previsão de demanda. Pois os SIG, principalmente através da interface *web*, podem modelar os dados locais de geração de resíduos. Isso porque, ao permitirem análises dos dados de demografia e perfil socioeconômico de uma determinada região, os SIG possibilitam estimar o potencial de geração de resíduos desse local. Essas informações podem auxiliar a previsão de qual o volume de recursos e de esforços os responsáveis devem direcionar para locais distintos.

Tabela 1 - Lista de artigos internacionais sobre o ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel

Ano	Autor(es)	Região	Escopo
2016	AGRAWAL, SINGH e MURTAZA	Índia	Modelagem
2016	BAXTER e GRAM-HANSSEN	Países Nórdicos	Atitude
2016	LIZA e MWAURA	Quênia	Atitude
2016	PHANEENDRA, REDDY e SRIKRISHNA	Índia	Modelagem
2016	SINHA et al.	Mundo	Modelagem
2016	THAVALINGAM e KARUNASENA	Sri Lanka	Foco
2016	VELDEN et al.	Mundo	Foco
2016	WEELDEN, MUGGE e BAKKER	Holanda	Atitude
2016	WELFENS, NORDMANN e SEIBT	Alemanha	Visão geral
2015	JOSEPH, SCHREINER e THURSTON	Mundo	Foco
2015	LI, SHI e SHI	China	Modelagem
2015	SARATH, P. et al.	Mundo	Visão geral
2015	SPEAKE e YANGKE	Reino Unido	Atitude
2015	SUCKLING e LEE	Mundo	Visão geral
2015	WILHELM, et al.	Mundo	Foco
2015	YLÄ-MELLA, KEISKI e PONGRÁCZ	Finlândia	Atitude
2014	LU et al.	China	Visão geral
2014	SEBO e ROSENFELDEROVÁ	Mundo	Visão geral
2014	SOO e DOOLAN	Malásia e Austrália	Visão geral
2014	ZINK, MAKER e GEYER	Mundo	Visão geral
2012	BEIGL, SCHNEIDER e SALHOFER	Mundo	Visão geral
2012	GNONI e LANZILOTTO	Mundo	Modelagem
2012	LI et al.	China	Atitude
2011	ONGONDO e WILLIAMS	Reino Unido	Visão geral
2010	GEYER e BLASS	Reino Unido	Foco
2010	JANG e KIM	Coréia do Sul	Visão geral
2010	PONCE-CUETO, GONZALEZ-MANTECA e CARRASCO-GALLEGO	Espanha	Modelagem
2008	CHAN e KAI CHAN	Hong Kong	Visão geral
2008	OSIBANJO e NNOROM	Nigéria	Visão geral
2008	WU et al.	China	Foco
2006	CANNING	Reino Unido	Visão geral
2006	FRANKE et al.	Mundo	Modelagem
2006	ZHOU e SCHOENUNG	Mundo	Modelagem

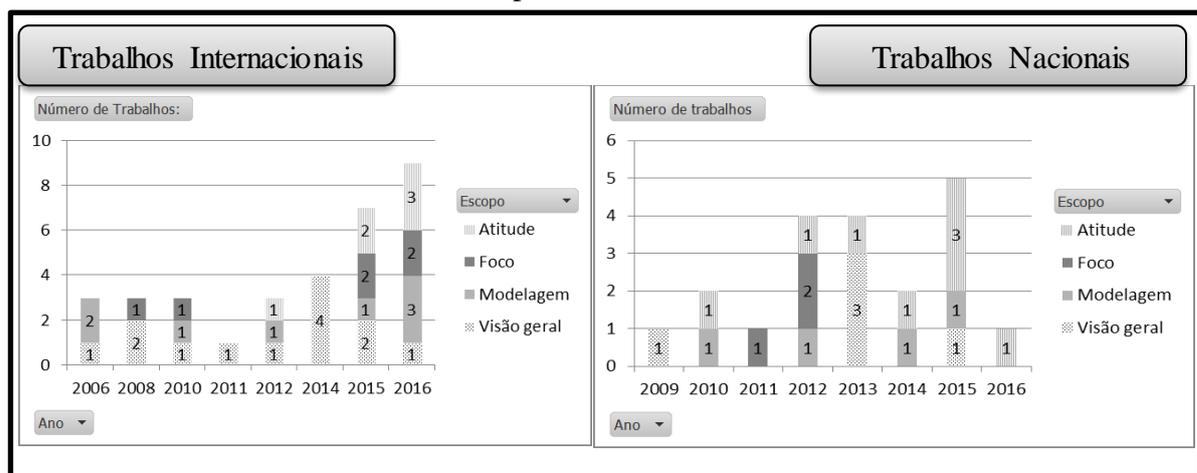
Fonte: Autoria própria (2016).

Tabela 2 - Lista de artigos nacionais sobre o ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel

Ano	Autor(es)	Região	Escopo
2016	ARENHARDT et al.	RS	Atitude
2015	ALVES et al.	RS	Atitude
2015	ARENHARDT et al.	RS	Atitude
2015	NEVES e SANTOS	Brasil	Visão geral
2015	OLIVEIRA, MACHADO e FAVRETTO	SC	Modelagem
2015	SOUSA et al.	MA	Atitude
2014	KOGA et al.	SP	Atitude
2014	ROSSI, MENDONÇA e FEICHAS	Brasil	Modelagem
2013	OLIVEIRA et al.	SC	Visão geral
2013	RAMIREZ, BAPTISTA e IZIDORO	SP	Visão geral
2013	ROZZETT, ALFINITO e ASSUMPCAO	DF	Atitude
2013	TRIGO, RODRIGUES e BALTER	Brasil	Visão geral
2012	DEMAJOROVIC et al.	Brasil	Atitude
2012	MORAES et al.	Brasil	Modelagem
2012	SILVA, LEITE e VIEIRA	AM	Foco
2012	SILVA, ROCHA e UGAYA	PR	Foco
2011	MORETTI, LIMA e CRNKOVIC	SP	Foco
2010	GIARETTA et al.	SP	Atitude
2010	SILVEIRA e CHANG	Brasil	Modelagem
2009	PADILHA et al.	RS	Visão geral

Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 19 – Comparação das produções de artigos internacionais e nacionais a respeito o ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel.



Fonte: Autoria própria (2016).

Trabalhos nacionais e internacionais têm identificado que a maior parte dos resíduos de ATM não são coletados por programas de LR, pois permanecem armazenados nas casas de seus proprietários ou são doados para pessoas próximas a eles. Alguns desses artigos disponibilizam dados a esse respeito, conforme apurados nas respectivas amostras pesquisadas. Diante disso, selecionamos dados de alguns desses trabalhos, cujos países pesquisados possuem características mercadológicas bastante distintas entre si. A Tabela 3 apresenta esses dados, com as porcentagens totais das amostras, a média comparando as porcentagens dos países e o respectivo desvio padrão (σ). A Tabela 4 realiza as mesmas análises da Tabela 3, mas com os dados de trabalhos nacionais. Em ambas é possível perceber que são semelhantes os contextos nacional e internacional, com relação às doações e estocagem em casa dos ATM de pós-consumo. Constata-se que, no Brasil, a maioria dos ATM de pós-consumo permanece guardada nas casas dos seus proprietários. Dessa forma, o cruzamento de dados de vendas com os das regiões de vendas permitiriam estimar onde está a maior parte dos resíduos.

Tabela 3 - Aparelhos de telefonia móvel (doados/ mantidos em casa) no exterior.

ANO	TRABALHO	REGIÃO	DOADOS	MÉDIA	σ	MANTIDOS	MÉDIA	σ
2016	LIZA e MWAURA	Quênia	34,6%	25,4%	6,5%	24,7%	45,0%	15,1%
2015	SPEAKE e YANGKE	Reino Unido	22,0%			40,8%		
2015	YLÄ-MELLA, KEISKI e PONGRÁCZ	Finlândia	25,0%			55,0%		
2012	LI et al.	China	20,0%			64,0%		
2010	JANG e KIM	Coréia do Sul	?			40,3%		

Fonte: A autoria própria (2016).

Tabela 4- Aparelhos de telefonia móvel (doados/ mantidos em casa) no Brasil.

ANO	TRABALHO	REGIÃO	DOADOS	MÉDIA	σ	MANTIDOS	MÉDIA	σ
2015	ALVES et al.	RS	?	26,8%	7,2%	58,3%	52,7%	10,8%
2015	OLIVEIRA, MACHADO e FAVRETTO	SC	16,0%			76,0%		
2015	ARENHARDT et al.	RS	25,3%			48,6%		
2016	ARENHARDT et al.	RS	25,3%			48,6%		
2014	KOGA et al.	SP	34,0%			46,0%		
2013	ROZZETT, ALFINITO e ASSUMPCAO	DF	?			52,8%		
2013	RAMIREZ, BAPTISTA e IZIDORO	SP	27,0%			40,0%		
2012	DEMAJOROVIC et al.	Brasil	0,0%			64,0%		
2011	MORETTI, LIMA e CRNKOVIC	SP	37,7%			50,6%		
2010	GIARETTA et al.	SP	22,4%			42,5%		

Fonte: A autoria própria (2016).

Utilizando os mesmos processos de elaboração das tabelas apresentadas a pouco, foram confeccionadas as Tabelas 5 e 6. Elas, por sua vez, mostram os percentuais de revenda dos ATM de pós-consumo e da entrega desses dispositivos aos programas de reciclagem. Os mercados secundários de revenda e os programas de reciclagem são duas das principais modalidades pelas quais os resíduos de ATM retornam à sua cadeia de suprimentos. Conforme pode ser visto na Tabela 6, quase metade dos trabalhos nacionais apresentam dados sobre a adesão dos consumidores aos programas de coleta/reciclagem dos ATM.

Tabela 5 - Aparelhos de telefonia móvel (revendidos/ coletados) no exterior.

ANO	TRABALHO	REGIÃO	REVENDIDOS	MÉDIA	σ	RETORNADOS	MÉDIA	σ
2016	LIZA e MWAURA	Quênia	10,1%	6,5%	2,7%	3,2%	18,2%	16,5%
2015	SPEAKE e YANGKE	Reino Unido	4,8%			11,6%		
2015	YLÄ-MELLA, KEISKI e PONGRÁCZ	Finlândia	4,0%			28,0%		
2012	LI et al.	China	7,0%			6,0%		
2010	JANG e KIM	Coreia do Sul	?			42,2%		

Fonte: Autoria própria (2016).

Tabela 6 - Aparelhos de telefonia móvel (revendidos/ coletados) no Brasil.

ANO	TRABALHO	REGIÃO	REVENDIDOS	MÉDIA	σ	COLETADOS	MÉDIA	σ
2015	ALVES et al. OLIVEIRA, MACHADO e FAVRETTO	RS	?	7,8%	8,5%	?	11,4%	8,3%
2015		SC	?			4,0%		
2016	ARENHARDT et al.	RS	0,09%			22,1%		
2014	KOGA et al. ROZZETT, ALFINITO e ASSUMPCAO	SP	3,0%			7,0%		
2013		DF	?			3,8%		
2013	RAMIREZ, BAPTISTA e IZIDORO	SP	11,0%			7,0%		
2012	DEMAJOROVIC et al.	Brasil	?			22,0%		
2011	MORETTI, LIMA e CRNKOVIC	SP	21,2%			19,6%		
2010	GIARETTA et al.	SP	3,7%			6%		

Fonte: Autoria própria (2016).

Semelhante ao que ocorre com outros materiais, nos trabalhos sobre o ciclo de vida dos ATM, é recorrente que surjam nos textos algumas queixas sobre a falta de integração dos atores da cadeia de suprimentos em questão. Sob esse aspecto, o consumidor final costuma ser considerado o ator mais importante da rede, e também o mais negligenciado pelos outros *stakeholders*. Ele é o mais importante por ser o nó inicial da rede reversa, e é o mais negligenciado por não receber informações suficientes sobre como e o porquê de atuar nessa rede. Na cadeia logística reversa dos ATM, essa questão é vista com muito mais frequência nos trabalhos nacionais, pois cerca de 70% deles a destacam como um problema que ainda precisa ser superado.

As Tabelas 7 e 8 identificam, totalizam e apresentam os percentuais dos trabalhos que destacam os gargalos de informação (tanto informação para o consumidor final, quanto para outros atores da cadeia logística), como uma limitação importante para a boa gestão do ciclo de vida dos ATM.

Nesse contexto, o uso de sistemas *web* pode ser eficaz para divulgar e até gerar informações para os *stakeholders*. Isso é possível, pois, ferramentas de *web-gis* tendem a estar integradas a *sites* da *internet*, os quais, por si só, já funcionam como um meio de divulgação de campanhas de LR ou similares. Um sistema desse tipo pode constar do *site* principal de uma operadora de telefonia, ou pode se tornar uma página autônoma. Esses *sites* podem conter mapas integrados, os quais podem divulgar os endereços de postos de coleta e outras informações relevantes. Além disso, ao permitir o cadastro individualizado dos clientes, um *web-gis* voltado à GSCS dos ATM poderia gerar mapas personalizados, segundo os perfis individuais desses usuários.

Essas possibilidades podem ser bastante relevantes para os *stakeholders* que se interessam pela coleta de informações, a serem utilizadas com fins diversos, para os consumidores finais. O cliente pode ser incentivado, de várias formas, a se cadastrar em sistema similar ao que está sendo descrito aqui. Os dados repassados pelos usuários poderiam ser cruzados com informações geográficas, e determinarem um nível de sucesso dos programas de LR, totalmente distinto daquele que é alcançado atualmente.

Tabela 7 - Artigos internacionais que destacam gargalos no fluxo de informações ao consumidor.

Ano	Autor(es)	Região	Total	% dos Trabalhos
2016	WEELDEN, MUGGE e BAKKER	Holanda	12	36%
2016	WELFENS, NORDMANN e SEIBT	Alemanha		
2014	SEBO e ROSENFELDEROVÁ	Mundo		
2012	BEIGL, SCHNEIDER e SALHOFER	Mundo		
	PONCE-CUETO, GONZALEZ-MANTECA e			
2010	CARRASCO-GALLEGO	Espanha		
2006	CANNING	Reino Unido		
2016	THAVALINGAM e KARUNASENA	Sri Lanka		
2016	BAXTER e GRAM-HANSEN	Países Nórdicos		
2015	SPEAKE e YANGKE	Reino Unido		
2015	SARATH, P. et al.	Mundo		
2015	YLÄ-MELLA, KEISKI e PONGRÁCZ	Finlândia		
	PONCE-CUETO, GONZALEZ-MANTECA e			
2010	CARRASCO-GALLEGO	Espanha		

Fonte: Autoria própria (2016).

Tabela 8 - Artigos nacionais que destacam gargalos no fluxo de informações ao consumidor.

Ano	Autor(es)	Região	Total	% dos trabalhos
2015	NEVES e SANTOS	Brasil	14	70%
2015	SOUZA et al.	MA		
2015	ARENHARDT et al.	RS		
2016	ARENHARDT et al.	RS		
2014	KOGA et al.	SP		
2014	ROSSI, MENDONÇA e FEICHAS	Brasil		
2013	RAMIREZ, BAPTISTA e IZIDORO	SP		
2013	OLIVEIRA et al.	SC		
2012	SILVA, LEITE e VIEIRA	AM		
2012	DEMAJOROVIC et al.	Brasil		
2011	MORETTI, LIMA e CRNKOVIC	SP		
2010	SILVEIRA e CHANG	Brasil		
2010	GIARETTA et al.	SP		
2009	PADILHA et al.	RS		

Fonte: Autoria própria (2016).

Talvez a atuação mais evidente do geoprocessamento na logística seja o auxílio à escolha de locais apropriados para a instalação de facilidades diversas e para a criação de rotas ótimas. Na literatura analisada, uma parcela significativa dos trabalhos destaca a necessidade da criação ou melhoria de uma rede de postos de coleta dos ATM, assim como outras questões relacionadas às análises de dados geográficos. As Tabelas 9 e 10 apresentam os números relativos aos trabalhos que destacam a importância dos aspectos geográficos, os quais poderiam ser mais bem trabalhados através do uso de geoprocessamento.

Tabela 9 - Artigos internacionais que aludem ou destacam a necessidade da realização de análises geográficas.

Ano	Autor(es)	Região	Total	% dos trabalhos
2016	THAVALINGAM e KARUNASENA	Sri Lanka	11	33%
2016	WEELDEN, MUGGE e BAKKER	Holanda		
2015	SPEAKE e YANGKE	Reino Unido		
2015	LI, SHI e SHI	China		
2015	SARATH, P. et al.	Mundo		
2015	YLÄ-MELLA, KEISKI e PONGRÁCZ	Finlândia		
2014	SEBO e ROSENFELDEROVÁ	Mundo		
2010	PONCE-CUETO, GONZALEZ-MANTECA e CARRASCO-GALLEGO	Espanha		
2010	JANG e KIM	Coréia do Sul		
2012	BEIGL, SCHNEIDER e SALHOFER	Mundo		
2016	WELFENS, NORDMANN e SEIBT	Alemanha		

Fonte: Autoria própria (2016).

Tabela 10 - Artigos nacionais que aludem ou destacam a necessidade da realização de análises geográficas.

Ano	Autor(es)	Região	Total	% dos trabalhos
2015	SOUSA et al.	MA	8	40%
2015	ALVES et al.	RS		
2015	ARENHARDT et al.	RS		
2016	ARENHARDT et al.	RS		
2014	KOGA et al.	SP		
2011	MORETTI, LIMA e CRNKOVIC	SP		
2010	SILVEIRA e CHANG	Brasil		
2010	GIARETTA et al.	SP		

Fonte: Autoria própria (2016).

4.3 Resultados da análise do projeto-piloto “Descarte ON”

Conforme já foi mencionado anteriormente, os resultados alcançados pelo projeto “Descarte ON” ainda não estão disponíveis até a presente data e, portanto, não podem ser apresentados nesta dissertação. Somente após a divulgação desses dados será possível constatar se o “Descarte ON” alcançou resultados mais efetivos do que as iniciativas anteriores semelhantes a ele.

Os resultados apresentados neste item se referem à análise do próprio projeto em questão, conforme está descrito na metodologia desta pesquisa. Essa análise deverá permitir a averiguação de eventuais lacunas no planejamento desse projeto. A constatação de eventuais lacunas é relevante, visto que esse projeto pode ser replicado em escala muito maior do que a atual, podendo se tornar um modelo a ser implantado em todo o estado de São Paulo e, até mesmo, no restante do Brasil.

Evidentemente, o presente estudo não tem a ambição de realizar uma auditoria e tão pouco pontuar todas as minúcias dos processos que compõem o “Descarte ON”. A intenção aqui é detectar, tão somente, as limitações mais evidentes do projeto, para as quais o geoprocessamento poderia prover meios de resolução total ou parcial. A referida análise está centrada mais especificamente nas atividades do ciclo crítico da logística, ou seja, o transporte, o processamento de pedidos (o qual também pode ser entendido como o fluxo de informações) e a manutenção de estoques. Adicionalmente ela estuda a integração entre os atores da cadeia de suprimentos dos ATM (GCS) e a promoção dos aspectos de sustentabilidade socioambiental dessa cadeia logística (GSCS).

4.3.1 Visão geral do projeto-piloto “Descarte ON”

A existência do projeto-piloto “Descarte ON” está justificada, em seu *site* na *internet*, pelo fato de que no Brasil, uma das economias mais relevantes do mundo, o volume gerado de REEE está aumentando rapidamente nos últimos anos.

O *site* do projeto apresenta dados sobre os REEE gerados no município de São Paulo, que coincidem com os números encontrados (tanto para essa mesma região, como para outras partes do Brasil) nas revisões de literatura realizadas nesta dissertação. Temos que, no ano de 2014, o volume estimado de REEE, no município em questão, foi de 70 mil toneladas. Desse total, apenas 2% foi coletado e tratado corretamente.

A equipe de pesquisa do “Descarte ON” constatou que 97% dos moradores do município de São Paulo se importam com a coleta de REEE, sendo que 94% deles demonstrou interesse em participar dela.

O *site* do projeto esclarece que, atualmente, há uma discussão entre órgãos do governo federal do Brasil e as empresas privadas dos setores envolvidos, a fim de que se estabeleça um acordo setorial definidor do modelo de LR para os REEE. Dentro dessa perspectiva, são apresentadas as seguintes diretrizes para a coordenação entre as partes envolvidas:

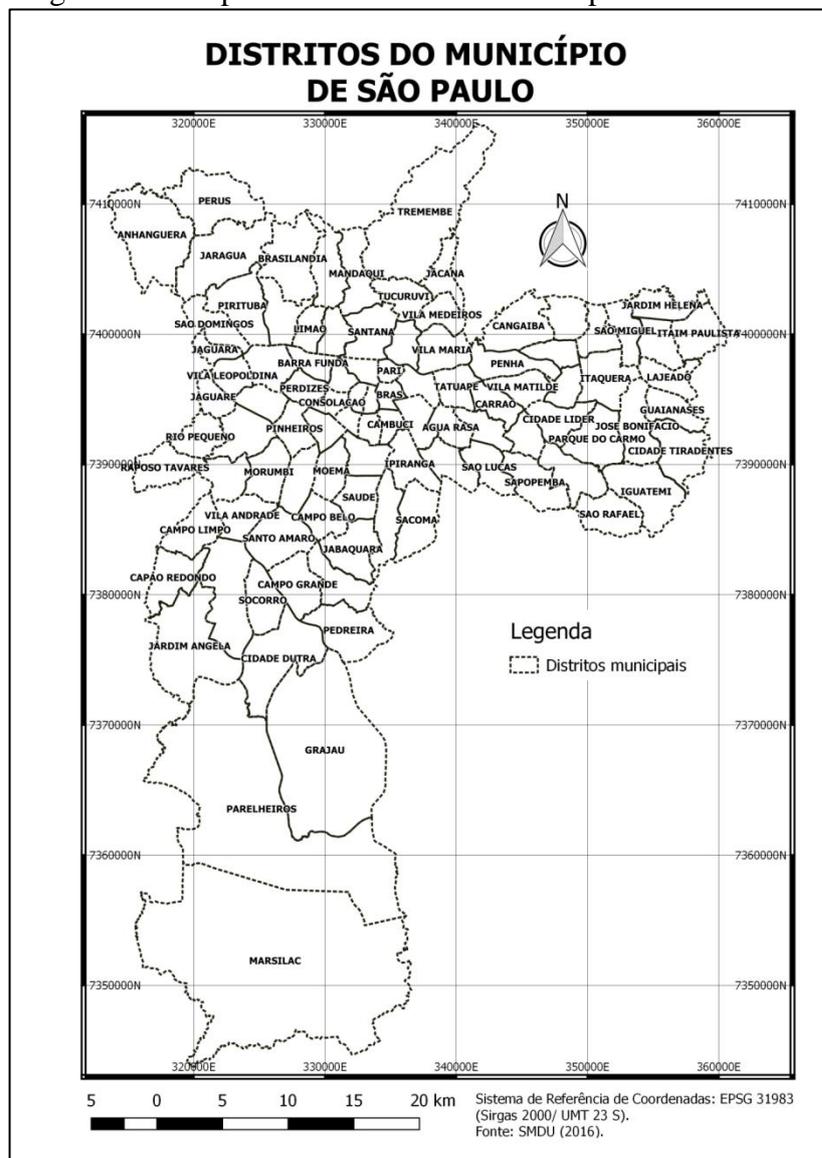
- Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, às lojas ou distribuidores.
- As lojas e distribuidores deverão efetuar a devolução às fabricantes ou importadoras dos produtos.
- As fabricantes e as importadoras darão uma destinação ambientalmente adequada aos produtos reunidos ou devolvidos.

As características econômicas e sociais, tanto do estado de São Paulo, quanto de sua capital, evidenciam a razão pela qual os projetos de logística reversa da JICA no Brasil estarem direcionados para essa região do país. Pois, conforme está descrito em Descarte ON (2016), “o Estado de São Paulo acomoda uma parcela considerável de produtores e revendedores de equipamentos elétricos e eletrônicos instalados no Brasil”.

Já foi mencionado, no item 2.4 desta dissertação, que por ser um projeto-piloto, o “Descarte ON” tem sua atuação experimental limitada a uma região específica do município de São Paulo. Trata-se da subprefeitura da Lapa, a qual é uma das 32 subprefeituras de São Paulo. As subprefeituras são agrupamentos de distritos do município e têm a função de facilitar a administração da prefeitura, regionalizando demandas da população (SMCS, 2016).

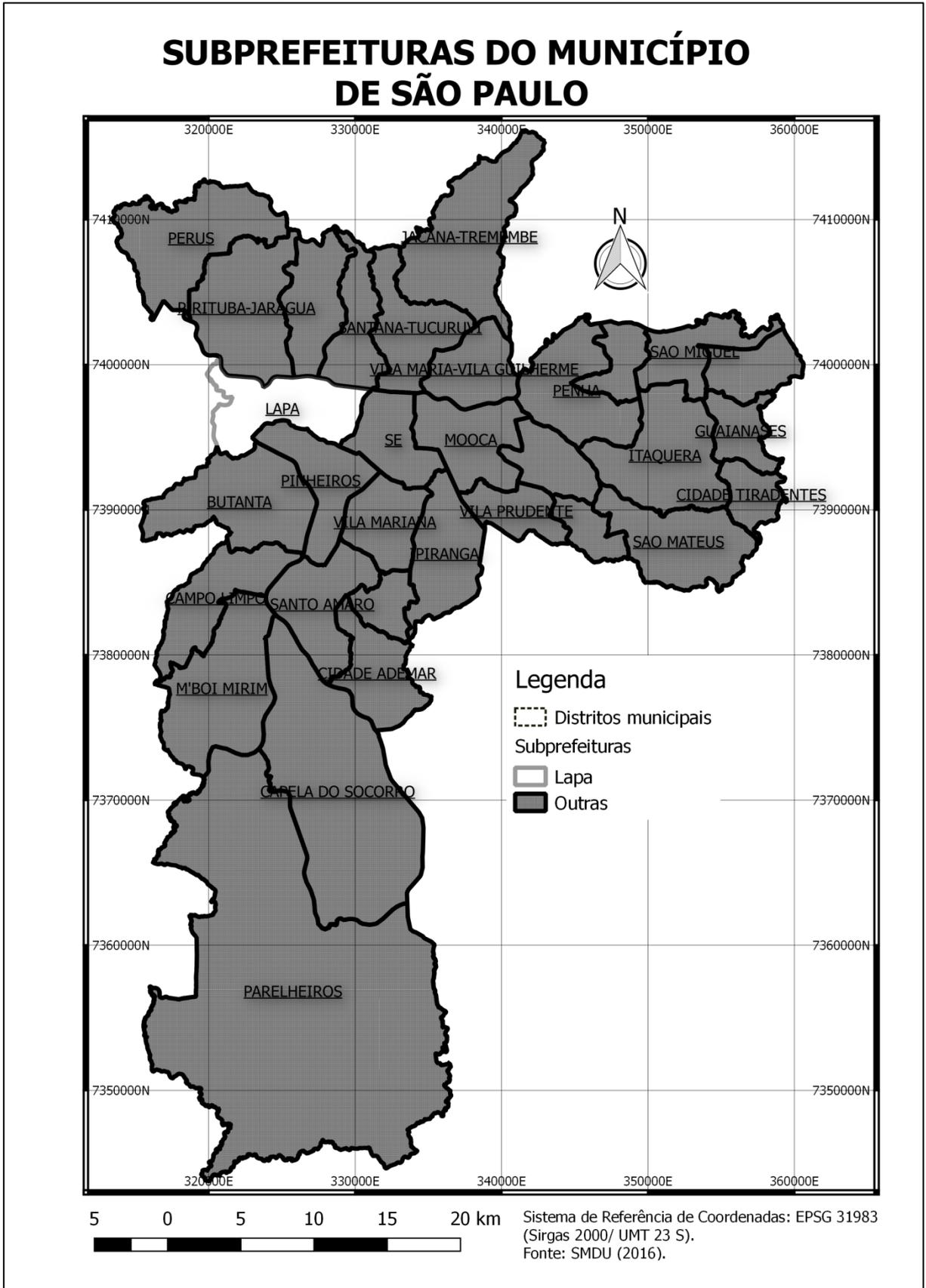
Os mapas a seguir procuram proporcionar a visualização da localização geográfica dos distritos do município de São Paulo, assim como suas subprefeituras e, por fim, destacar a subprefeitura da Lapa.

Figura 20 - Mapa com os distritos do município de São Paulo.



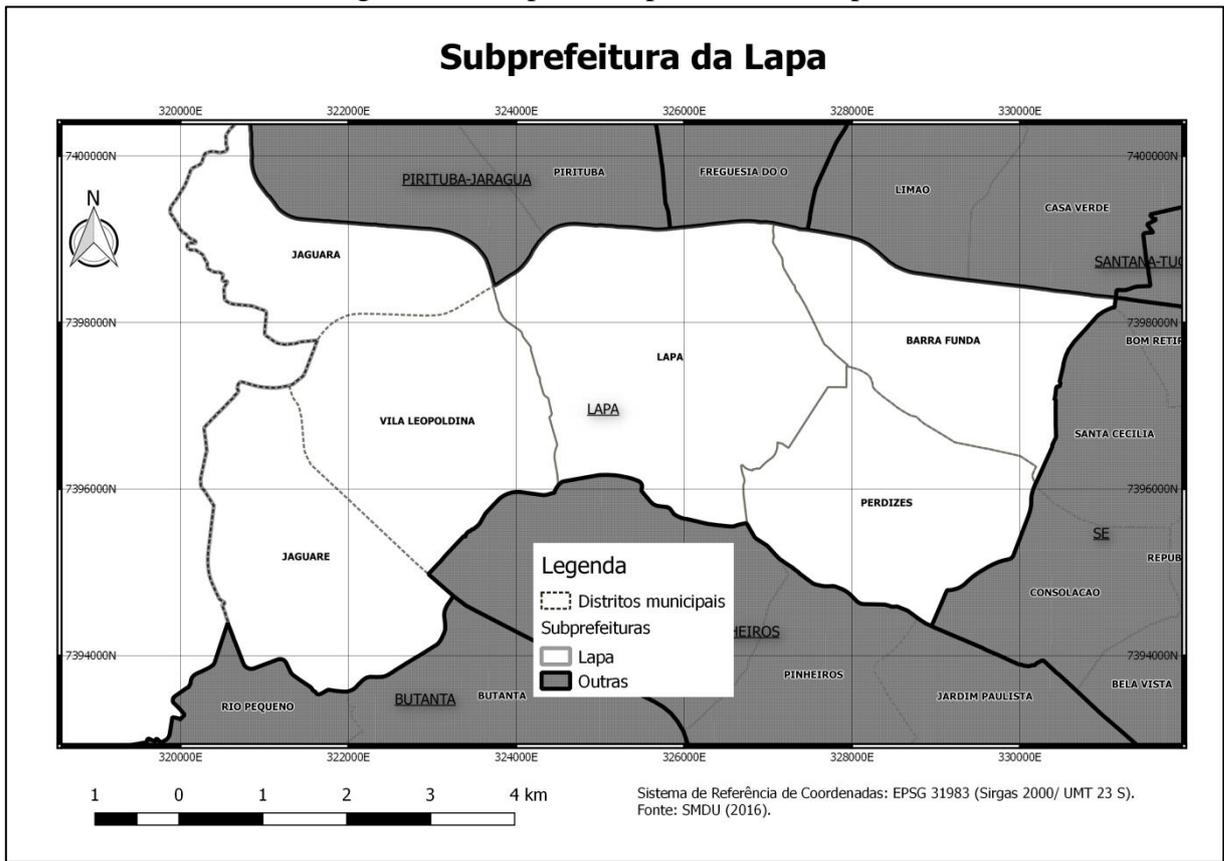
Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 21 - Mapa com as subprefeituras do município de São Paulo.



Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 22 - Mapa da subprefeitura da Lapa.



Fonte: Autoria própria (2016).

4.3.2 *Considerações sobre a quantidade de postos de coleta e a forma de coleta dos REEE (transporte, estoques e integração de atores)*

Relativo, especificamente à LR dos resíduos de ATM, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB – firmou, no ano de 2015, um termo de compromisso com o Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel Celular e Pessoal – SINDITELEBRASIL. Esse termo de compromisso, deverá vigorar por, no mínimo 4 anos, procura atender às exigências da PNRS e prevê o “acompanhamento de sistemas em escala piloto no Estado” (CETESB, 2016).

Na descrição contida no referido termo de compromisso há uma previsão de etapas e processos, bastante similares às diretrizes para o acordo setorial de REEE, as quais são citadas por Descarte ON (2016). Importante notar que, no ano de 2015, o termo de compromisso continha a meta de “Disponibilizar postos de coleta em todas as lojas próprias e revendas autorizadas até o final do primeiro ano” (CETESB, 2016).

Portanto, em teoria, atualmente já deve existir uma rede considerável de postos de coleta de ATM e dos seus acessórios, nos grandes centros urbanos como São Paulo. Isso porque o SINDITELEBRASIL reúne as principais empresas de telefonia que operam no estado de São Paulo, todas as quais retificaram o termo de compromisso citado e, cada uma delas possui várias lojas distribuídas nos muitos municípios desse estado.

Considerando o cenário descrito, surge a seguinte questão:

Se e, eventualmente, de qual maneira o termo de compromisso supracitado foi considerado pelo comitê técnico do “Descarte ON”, no planejamento do seu programa de coleta de REEE?

Essa questão surge ao se notar que nenhum dos 10 endereços das lojas parceiras do “Descarte ON” coincide com os endereços dos postos de coleta das empresas do setor de telefonia (Figura 19). Há de se considerar que, como se dedica à coleta dos REEE de maneira geral, os postos de coleta do “Descarte ON” possivelmente necessitam de espaços amplos, para que neles sejam corretamente acondicionados REEE com volumes muito distintos. Esse parece ser o caso das lojas escolhidas pelo comitê do projeto. No entanto, ainda que se considere esse fato, é preciso lembrar que apenas 8 das 10 das lojas parceiras estão destinadas à coleta de itens grandes. Assim, permanece o questionamento levantado ao início do presente parágrafo, a partir do qual outros podem ser derivados, incluindo os que se seguem abaixo:

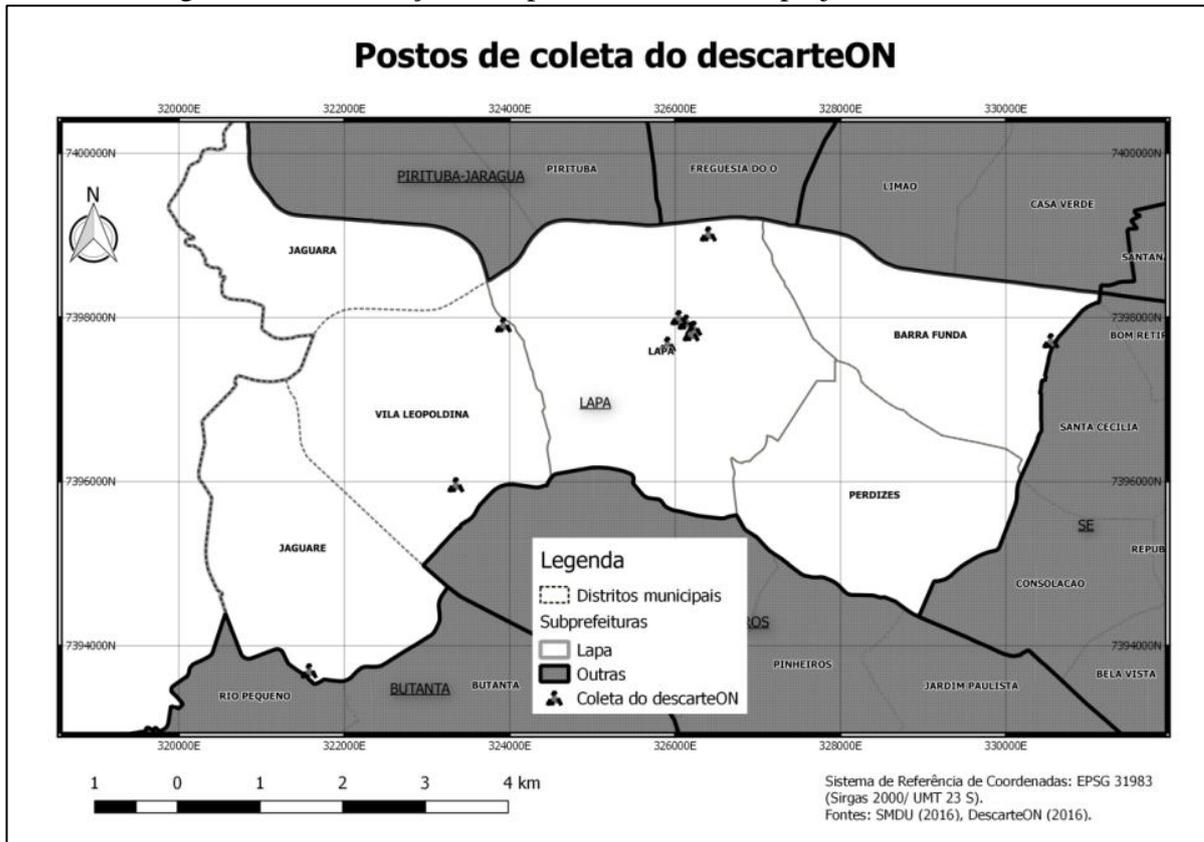
Similar ao que parece ter ocorrido com o “Descarte ON” o projeto de LR de maior escala, a ser desenvolvido pela JICA, não realizará a integração com as iniciativas de coleta de setores específicos (como é o caso dos ATM)?

Agrupar todos REEE pequenos em urnas de um único tipo é a melhor maneira coletá-los, já que eles são tão diversos entre si?

As iniciativas de coleta, dos diversos atores, serão “concorrentes” entre si ou haverá uma divulgação ao consumidor que concentrará os esforços com o fim de melhorar a gestão do ciclo de vida dos diversos REEE?

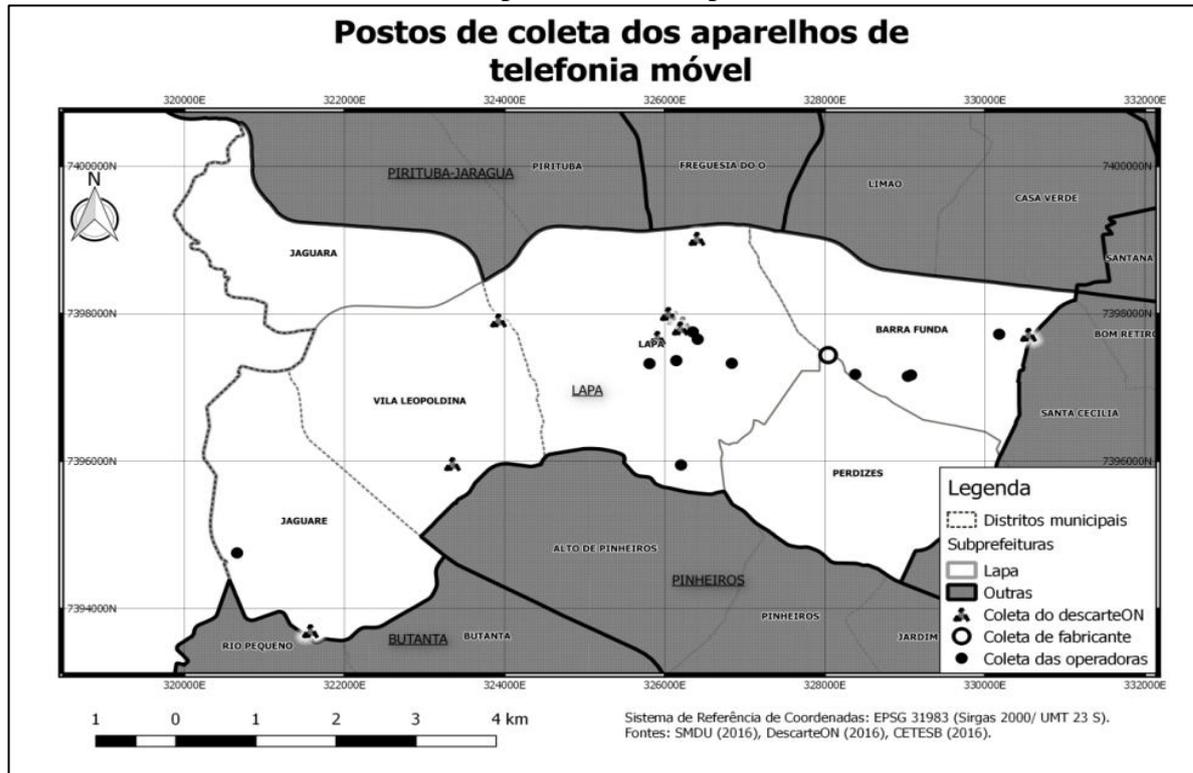
Ao ser considerar, especificamente, o caso dos ATM, qual poderia ser o diferencial do “Descarte ON”, quando comparado aos programas de LR que já foram implementados pelas empresas do setor de telefonia? Por que ele teria mais sucesso do que essas iniciativas, cujos resultados foram considerados bastante insatisfatórios por toda a literatura que foi pesquisada neste trabalho?

Figura 23 - Distribuição dos postos de coleta do projeto "descarteON".



Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 24 - Postos de coleta do projeto "descarteON" e das empresas do setor de telefonia, na subprefeitura da Lapa.



Fonte: Autoria própria (2016).

Ao se visualizar os mapas das Figuras 18 e 19 é possível comparar, mais claramente, as localizações e quantidades dos postos de coleta de ATM. Dessa forma é possível imaginar como a integração das iniciativas de diferentes atores poderia auxiliar a coleta desses dispositivos. Em termos de número de postos, por exemplo, o distrito de Vila Leopoldina não seria contemplado pela coleta sem os postos do “Descarte ON”. O distrito da Barra Funda, por sua vez, multiplica consideravelmente as suas opções de coleta ao se considerar os postos das empresas de telefonia.

Após adotar o método de busca e de georreferenciamento dos postos de coleta ATM, conforme está descrito na metodologia deste trabalho, foram encontrados 11 endereços distintos relativos às operadoras e 1 posto de empresa fabricante. Somados, os postos das operadoras totalizaram 18, sendo que cada uma delas têm ao menos 3 postos de coleta dentro do perímetro subprefeitura da Lapa. Alguns desses endereços correspondem a *shoppings centers*, portanto, os pontos dessas coordenadas se repetem. Sendo assim, os pontos repetidos foram considerados apenas uma vez nos mapas.

Quanto aos fabricantes de ATM, foram buscados programas de coleta de ATM nas empresas que Higa (2015) elenca como as cinco líderes do mercado brasileiro. Não foi possível encontrar nenhuma iniciativa de coleta dos aparelhos antigos em duas delas. Não foi possível visualizar a lista de postos de coleta em uma das companhias que informa possuir um programa de LR para os ATM. Entre as empresas pesquisadas, apenas uma delas possui um posto de coleta na subprefeitura da Lapa. Esse posto de coleta é o único a atender ao distrito de Perdizes, considerando todas as iniciativas dos distintos atores.

Através da pesquisa sobre as localizações dos postos de coleta das empresas do setor de telefonia foi possível perceber que, as práticas de divulgação, ao menos via *internet*, dos seus programas de LR continuam semelhantes ao que foi constatado por estudos anteriores a este. Mesmo após a assinatura do termo de compromisso com a CETESB, o esforço das corporações em integrar os clientes às iniciativas de coleta dos ATM pareceu o mesmo do que foi descrito por trabalhos anteriores à data da assinatura do referido termo.

É possível que as empresas de telefonia estejam empregando mais esforços, para engajar seus clientes no retorno dos ATM, por meio de outros canais de atuação, que não a *internet*. Nos *sites* da maioria delas, as informações das iniciativas voltadas para a gestão do ciclo de vida dos ATM não ganha destaque, sendo necessário um esforço razoável para encontrá-las. Visto a relativa importância da gestão do ciclo de vida dos aparelhos em questão e os resultados pífios que, ao longo dos anos, essas empresas têm alcançado nesse sentido, haveria de se esperar que todos os seus meios de informação destacariam os seus programas de LR.

No caso dos fabricantes de ATM, o pequeno número de postos de coleta que foram encontrados, talvez indique o formato do programa de LR que será acordado entre o governo federal e as empresas do setor de telefonia. Isso porque, no que está descrito, tanto por CETESB (2016), quanto por DescarteON (2016), o consumidor deve entregar os aparelhos nos postos de coleta das operadoras de telefonia. Assim, os fabricantes eventualmente participariam de passos posteriores dessa cadeia reversa. Resta saber se essa nova configuração trará mais efetividade aos esforços para a gestão do ciclo de vida dos ATM, visto que, em essência, nenhuma alteração mais consistente pode ser observada até o presente momento.

As formas de divulgação e de coleta dos materiais, por parte do projeto “Descarte ON”, parecem semelhantes ao que já tem sido repetidamente adotado pelas empresas de telefonia móvel. A divulgação é feita através da internet, em notícias esporádicas através dos meios de comunicação de massa, nos locais de coleta e em iniciativas voltadas para a educação ambiental da população. Atuações semelhantes têm sido realizadas pelas empresas do setor de telefonia, sem, no entanto, alcançarem resultados substanciais.

Aparentemente as opções usadas para a divulgação dos programas de coleta estão entre melhores possíveis, mas, no caso das empresas de telefonia, talvez um baixo grau de aproveitamento dessas opções possa explicar os resultados insuficientes. No caso do “Descarte ON” é possível que os dados futuros indiquem um maior sucesso do projeto, quando comparado com os programas das empresas do setor de telefonia. As razões a seguir indicam que essa expectativa pode se confirmar:

1. Os dados da literatura mostram que os programas de LR das empresas do setor de telefonia parecem ser atividades pro forma, as quais elas adotam para cumprirem exigências legais ou de imagem corporativa, sem, no entanto, se engajarem suficientemente. No “Descarte ON”, por outro lado, há uma organização que foca seus esforços na gestão dos resíduos e, foi ela quem teve a iniciativa de organizar os processos da LR e engajar os diferentes *stakeholders* envolvidos;
2. Tantos os dados sobre os resultados da LR dos ATM, quanto a pesquisa sobre os locais de coleta desses dispositivos, demonstraram que, no geral, os programas de LR das empresas de telefonia têm permanecido obscuros no decorrer dos últimos anos. Essas iniciativas parecem ser pouco alteradas ao longo do tempo, repetindo procedimentos pouco efetivos e sem perspectivas de mudanças positivas substanciais. Nesse sentido, o projeto “Descarte ON” pode ter como vantagem a sua própria natureza, a qual traz consigo os aspectos de inovação e imparcialidade. Essas características favorecem a divulgação espontânea do projeto em meios de comunicação de massa e pode atrair a participação do consumidor final. O prazo limitado de atuação do projeto também pode favorecer a adesão dos cidadãos, pois tende a aumentar o sentido de urgência dessa adesão;

3. Tanto o prazo, quanto a área de atuação do projeto, os quais são bastante limitados, podem favorecer a concentração de esforços;
4. O projeto-piloto paga grande parte dos custos de frete da coleta residencial.

Por outro, também é necessário considerar as características desfavoráveis do “Descarte ON”, em termos do número dos postos e da forma de coleta dos REEE, algumas das quais são descritas a seguir:

1. Como já foi exposto anteriormente, para o caso específico dos resíduos de telefonia móvel, o número de postos de coleta e, principalmente as suas localizações, deixam em dúvida o grau de integração dos *stakeholders* que foi realizado pelo “Descarte ON”;
2. O sistema de coleta que o projeto adota pode não ser o mais adequado para os ATM. Muitos estudos indicam que os consumidores demonstram um comportamento peculiar com relação ao descarte de ATM, quando comparado ao descarte de outros resíduos, e esse fato favorece a manutenção dos aparelhos em suas casas (BAXTER e GRAM-HANSSSEN, 2016; WELFENS, NORDMANN e SEIBT, 2016; ROZZETT, ALFINITO e ASSUMPCAO, 2013). O consumidor tende a valorizar seus ATM antigos devido a fatores como, o valor investido nesse produto, a frequência com que o utiliza, o grande número usos que esses dispositivos suportam e o próprio nível de personalidade que essa utilização implica. Some-se a isso o fato de que, geralmente, quando um ATM é substituído por outro aparelho mais novo, ele ainda se encontra em boas condições de uso (PADILHA, 2009). Diante disso, é bem possível imaginar que coleta de ATM antigos nas urnas do “Descarte ON”, pode não ser bem sucedida para esses aparelhos. O consumidor final pode demonstrar resistência em depositar ATM funcionais em urnas, nas quais eles compartilhariam espaço com itens diversos, tais como, ferros de passar e liquidificadores inutilizados;

3. A coleta através das urnas, conforme descrita a pouco, além de desestimular o consumidor, praticamente elimina a participação dos outros mercados secundários dos ATM, que não sejam os de reciclagem. Dispor ATM funcionais em urnas que não foram projetadas para acondicioná-los de maneira adequada tende a danificar os dispositivos, principalmente quando eles dividirão espaço com itens mais volumosos e pesados. A depender dos danos causados, um aparelho entregue em bom estado, pode ser retirado da urna sem nenhuma condição de reuso ou remanufatura. Portanto, semelhante às muitas iniciativas anteriores, o “Descarte ON” limita seu foco ao canal de reverso da reciclagem, sem demonstrar preocupação em integrar outros mercados secundários fundamentais. Além disso, por, eventualmente, desestimular a entrega de certos tipos de equipamentos, o recipiente de coleta barra o *start* da cadeia reversa;
4. A cobrança de uma taxa para a coleta residencial pode ser um problema. Embora a coleta residencial seja obrigatória para os itens considerados grandes, o *site* do projeto “Descarte ON” informa que não há limite de tamanho para os itens dessa coleta. Essa informação permite considerar que há a possibilidade de coleta residencial dos ATM, subsidiada por esse projeto-piloto. A literatura evidencia que os consumidores dos países em desenvolvimento demonstram pouca disposição de pagar pelo tratamento dos resíduos sólidos (ARENHARDT, 2015). No caso dos ATM, na realidade, as pessoas esperam receber algum incentivo financeiro em troca da entrega dos dispositivos. Esse tipo de incentivo pode ser tão importante, para estimular a participação do consumidor final, quanto outros fatores essenciais para o engajamento desse *stakeholder*, tais como a comunicação sobre as iniciativas de coleta e a educação ambiental voltada para esse ator (WELFENS, NORDMANN e SEIBT, 2016);

5. O valor da taxa de coleta poderá ser muito maior do que o atual. Mesmo ao se levar em consideração o que foi exposto no parágrafo anterior, é possível que se considere o valor de R\$10,00, como uma taxa meramente simbólica e educativa. Provavelmente essa cobrança transparece a importação das práticas japonesas, para a responsabilização do consumidor final, por parte do processo de gestão dos resíduos sólidos. Tanto assim que, o projeto informa que o valor citado cobre apenas parte do valor com o transporte do material. Dessa forma, a cobrar um valor simbólico, qual poderá aumentar gradualmente, pode ser um trabalho de educação ambiental necessário. Mas é preciso ter em mente que a diferença entre o valor simbólico e o custo real pode ser insustentável no longo prazo. Fleury (2002) considera que, em média, os custos logísticos podem representar 3,5% do faturamento de uma empresa. Ainda segundo esse autor, o transporte sozinho consome 60% desse montante. No caso em questão não haveria faturamento por parte da JICA, apenas despesas. Questiona-se, portanto, a viabilidade desse modelo, principalmente se ele for expandido para todo o estado de São Paulo. Esse cenário reforça a ideia de que é necessária a participação de outros *stakeholders* da cadeia de suprimentos dos REEE, os quais atuam nos diversos mercados secundários de ATM. Eles poderiam ter condições de custear e obter retorno financeiro com a LR em questão.

4.3.3 Considerações sobre a distribuição dos postos de entrega dos aparelhos de telefonia móvel na subprefeitura da Lapa

Um dos critérios que o planejamento da coleta dos resíduos sólidos precisa considerar é a distribuição da população e as suas características demográficas (SILVA, BARBIERI e MONTE-MOR, 2012). Analisar esses dados permite estimar o volume de resíduos que pode ser gerado em uma determinada região. Considerando esse fato, foi elaborado o mapa que é mostrado na Figura 20. Esse mapa mostra todos os possíveis pontos de coleta de ATM, segundo os dados disponíveis para o ano de 2016. Sob esses pontos foi disposta uma camada, a qual mostra, de forma graduada, a densidade populacional da subprefeitura da Lapa.

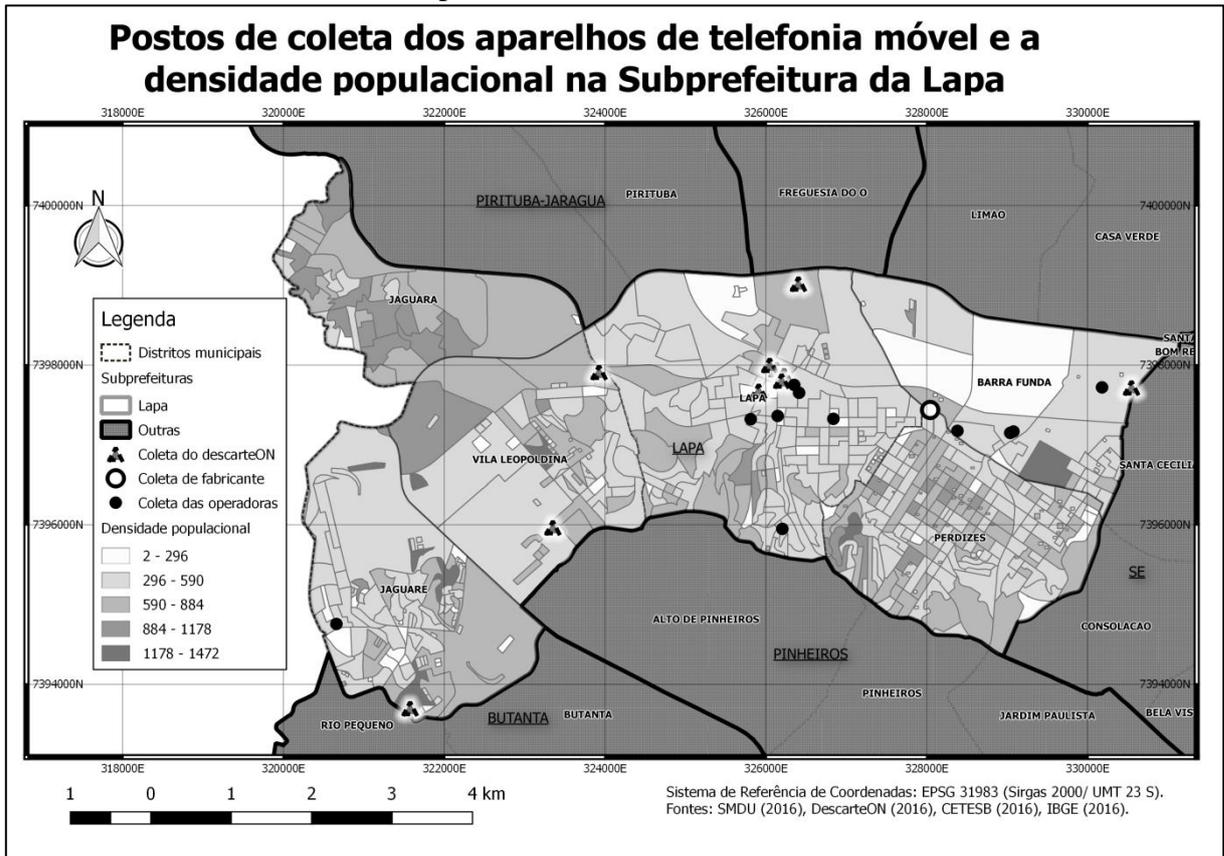
Evidentemente o volume de resíduos sólidos gerados em uma região não é função apenas do seu número de residentes, mas também das variáveis demográficas e socioculturais dessa população (SILVA, BARBIERI e MONTE-MOR, 2012). No caso dos ATM, trabalhos como o de Arenhardt et al. (2015) descreveu a alta difusão desses dispositivos na população brasileira em geral. Ainda que possa ser natural a associação do alto poder aquisitivo de uma comunidade com a sua maior tendência de geração de REEE, resíduos de ATM podem ser oriundos de qualquer faixa de renda. Estudos como o de Liza e Mwaura (2016) mostram que a posse de ATM em larga escala é uma realidade mesmo em certas regiões carentes da África.

Diante do que foi exposto no parágrafo anterior, é possível inferir que no Brasil, mesmo nas regiões onde a população tem menor poder econômico, a concentração de habitantes tende a estar relacionada à concentração local de ATM. Em consequência, as áreas mais densamente povoadas têm maior potencial de gerar REEE.

A composição do mapa da Figura 20 permite identificar visualmente os setores censitários, segundo a concentração de residentes na subprefeitura da Lapa. Através dela é possível perceber que os postos de coleta dos ATM não estão dispostos em conformidade com a densidade populacional da região estudada.

Percebe-se que os pontos, em geral, estão inseridos ou mais próximos de setores censitários com população residente pequena ou média e (em relação à amostra), a maioria deles está concentrada no distrito da Lapa. Por outro lado, boa parte dos setores censitários mais povoados da subprefeitura da Lapa, especialmente nos distritos do Jaguará, de Perdizes e de Vila Leopoldina, não há nenhum posto de coleta.

Figura 25 - Densidade populacional da subprefeitura da Lapa e os postos de coleta de aparelhos de telefonia móvel.



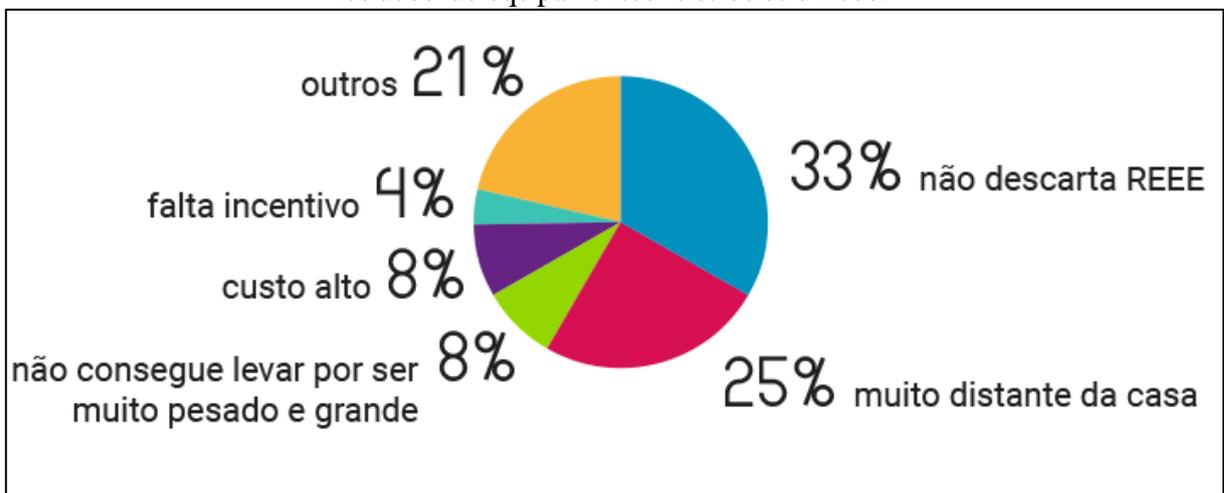
Fonte: Autoria própria (2016).

De acordo com o que já foi descrito anteriormente, a seleção dos postos de coleta do projeto “Descarte ON” consistiu de uma sugestão de quais seriam as lojas parceiras, sugestão essa que foi realizada por membros do comitê técnico do projeto. Embora os critérios para essa seleção não estejam detalhados em Descarte ON (2016), a escolha dos postos de coleta deve ter considerado o grande fluxo de pessoas, nos locais com a maior atividade comercial. O mesmo raciocínio pode ser feito em relação aos postos de coleta das empresas de telefonia, pois eles estão instalados nos pontos comerciais dessas empresas.

Essa tática de instalar postos de coleta em áreas muito movimentadas devido ao fluxo comercial é fundamental para o sucesso dos programas de LR dos ATM. Porém, também é preciso considerar os locais que têm razões distintas para a circulação de pessoas, tais como, os condomínios residenciais, as escolas, as bibliotecas etc. (SPEAKE e YANGKE, 2015; JANG e KIM, 2010; PONCE-CUETO, GONZALEZ-MANTECA e CARRASCO-GALLEGO, 2010).

Chama a atenção que, na estratégia do projeto “Descarte ON”, tenha ocorrido a escolha de postos de coleta exclusivamente em regiões, cujas atividades mais frequentes, são de natureza mais comercial do que residencial. Isso porque, a pesquisa que subsidiou as diretrizes desse projeto constatou que, uma das principais razões para a não adesão dos consumidores aos programas de coleta de REEE é o fato dos locais de descarte estarem distantes de suas residências é (Figura 21). Parte da explicação para essa opção do projeto é o fato dele também oferecer a opção de coleta residencial dos REEE. Porém, conforme já foi discutido anteriormente, os custos dessa forma de coleta podem representar uma grande limitação para o sucesso de um programa de LR para os resíduos em questão.

Figura 26 - Razões para a não adesão dos consumidores aos programas existentes de coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.



Fonte: Descarte ON (2016).

4.4 Algumas das possíveis aplicações do geoprocessamento na gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel

Revisão de literatura contida na seção 2 deste trabalho (item 2.3) demonstra como as técnicas de geoprocessamento podem ser utilizadas para auxiliar a gestão da cadeia de suprimentos. Ficou demonstrado que já há vários estudos que, de alguma forma, aplicaram os sistemas de informação geográfica na resolução de problemas relacionados às cadeias logísticas reversas de alguns materiais. Essas aplicações geralmente são direcionadas à escolha de locais para a instalação de facilidades logísticas ou para a criação de rotas ótimas para veículos do modal rodoviário.

Até por ser um tema recente no meio acadêmico brasileiro, a GSCS como não foi contemplada pelos trabalhos que relacionaram o geoprocessamento à logística e à gestão de resíduos sólidos.

Com respeito aos artigos que focam o ciclo de vida dos ATM, não foram encontradas pesquisas nacionais e, tão pouco internacionais, que discorressem sobre a aplicação do geoprocessamento para a gestão dos resíduos desses dispositivos.

A pesquisa qualitativa sobre os banco de dados geográficos demonstrou que esse tipo de sistema computacional pode fornecer soluções em diversos aspectos da gestão de resíduos sólidos. Foi possível constatar as principais vantagens da modelagem e da implementação desses bancos de dados para a GSCS, quais sejam:

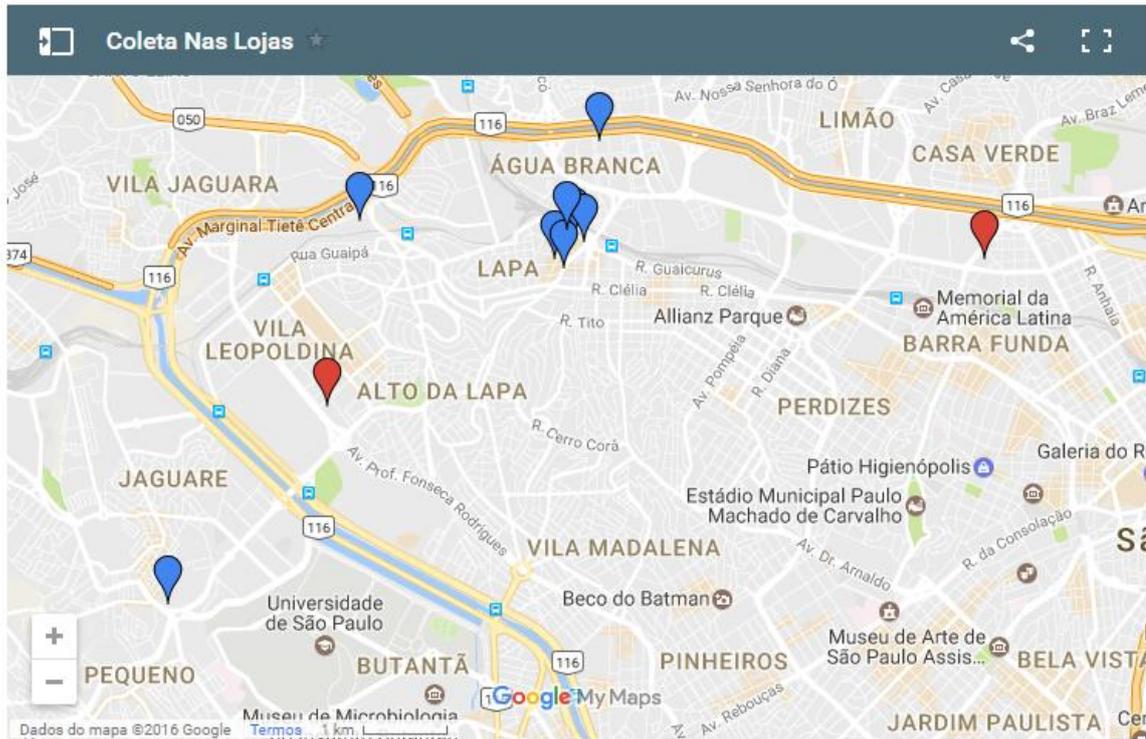
1. A capacidade de armazenar, organizar e permitir a manipulação dos dados que compõem o fluxo de informações relativas à gestão da cadeia de suprimentos. Essas funções tendem a permitir a concepção, mais clara, do papel de cada ator envolvido em uma CS. Em consequência disso, torna-se possível uma integração mais efetiva dos diversos atores que atuam ao longo de uma cadeia logística;
2. A possibilidade de apresentar os dados graficamente, na forma de representações cartográficas (mapas e cartas);
3. A disponibilização de funções de geoprocessamento para análise dos dados que são inseridos no banco de dados e para a geração de novas informações, derivadas desses dados;
4. A integração dos bancos de dados com as aplicações da *Web 2.0*.

No site do projeto “Descarte ON” há um da visualização de uma base de dados bastante simples em um mapa, via aplicativos da *Web 2.0*. Apesar de não se tratar de um banco de dados geográfico, propriamente dito, os mapas disponibilizados em Descarte ON (2016) permitem uma visualização de dados que é semelhante às que são disponibilizadas pelos SGBD geográficos. Os referidos mapas integram a API do *GoogleMaps* ao site do projeto “Descarte ON”, de maneira que, os endereços das lojas parceiras desse projeto estejam incorporadas ao mapa. Isso permite que o usuário dessa página possa interagir com os mapas em questão, podem visualizar a região focalizada e até mesmo gerar rotas de deslocamento até qualquer um dos postos de coleta de REEE.

Figura 27 - API do *GoogleMaps* integrada ao site do projeto "Descarte ON".



Lojas que aceitam REEE de Pequeno e Médio portes



Fonte: Descarte ON (2016)

O formato de mapa que é visto na Figura 22 exemplifica uma das formas de visualização e interação com o usuário, possíveis de serem proporcionadas por sistemas *web-gis*. No exemplo em questão, a base de dados é simples, não permite análise de geoprocessamento e contém apenas os poucos endereços dos postos de coleta de REEE. As demais informações apresentadas no mapa são oriundas do *GoogleMaps*. Além disso, esse site não disponibiliza qualquer forma de cadastro de dados por parte de seus usuários.

As pesquisas realizadas para a elaboração desta dissertação permitiram concluir que, um sistema *web-gis* voltado para auxiliar a GSCS, tanto dos ATM, quanto dos outros resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, deve permitir análises de geoprocessamento e a inclusão de dados por parte dos diversos usuários desse sistema.

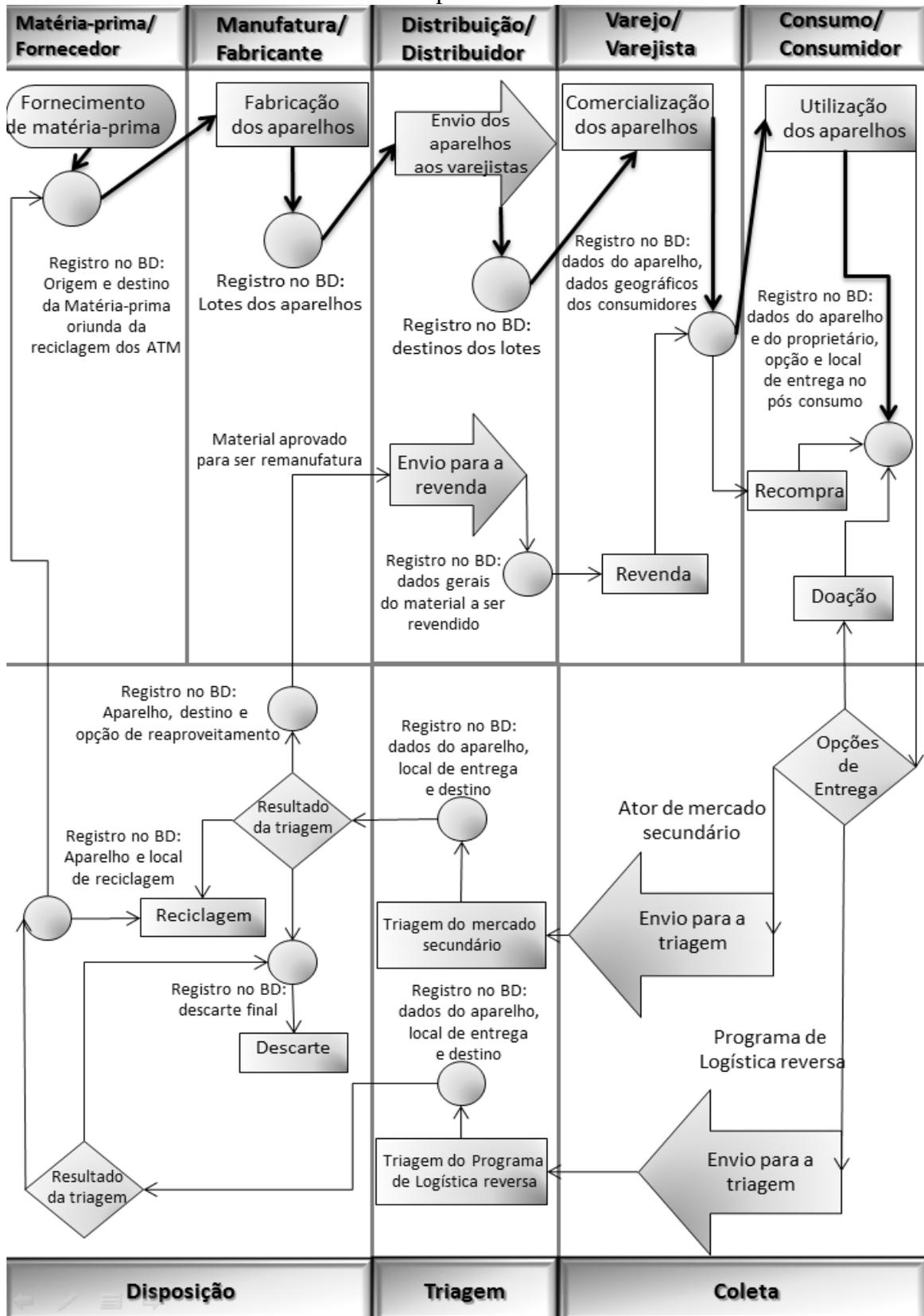
O mapa conceitual apresentado na Figura 23 procura resumir os processos necessários para a efetividade de um sistema *web-gis* voltado para a gestão do ciclo de vida de aparelhos de telefonia. Trata-se de fluxograma de processos, o qual tem por base a simbologia estabelecida pelo *American National Standards Institute* –ANSI. A Tabela 11 fornece uma descrição dos significados de cada item da simbologia padrão ANSI.

Tabela 11 - Simbologia para a construção de fluxogramas funcionais.

Simbologia	SIGNIFICADO NO FLUXOGRAMA
	Retângulo - Operação – Este símbolo representa uma mudança num item. Ele pode ocorrer pela execução de trabalho humano, atividade de uma máquina ou pela combinação de ambos. É usado para mostrar uma atividade de qualquer natureza (análises, cálculos, preenchimentos, digitações, operações de trabalho).
	Seta Grossa - Movimento/Transporte - Indica movimentação física e concreta entre localidades (mandar peças ou componentes para o almoxarifado, enviar materiais e documentos).
	Losango - Ponto de Decisão - Representa o ponto do processo em que uma decisão é tomada. A seqüência de atividades depende da decisão tomada neste ponto (vender ou não, dados suficientes ou não para decisão, investir ou não).
	Círculo Grande - Inspeção/Controle - Indica que o fluxo do processo é interrompido para que a qualidade de saída possa ser avaliada. Normalmente envolve uma operação de inspeção ou um controle (checagem, conferência, controle, verificação, autorização).
	Retângulo com Fundo Arredondado - Documento Impresso - Este símbolo indica que a saída de uma atividade inclui informações registradas em papel (relatórios, cartas, listagens de computador, memorandos).
	Retângulo de Lado Arredondado - Espera - Utilizado quando uma pessoa, um item ou uma atividade precisam esperar, ou quando um item é colocado num estoque temporário antes que a próxima atividade seja executada (esperar um avião, esperar uma assinatura, esperar um lote ser completado).
	Triângulo - Armazenagem - Este símbolo indica que existe uma condição de armazenagem sob controle e uma ordem ou requisição é necessária para remover o item para a atividade seguinte. Muitas vezes usada para representar que um produto aguarda um cliente (armazenagem, arquivamento, guarda, estoque).
	Seta - Sentido de Fluxo - Utilizada para indicar o sentido e a seqüência das fases do processo. Realiza a ligação entre os diferentes símbolos.
	Seta Interrompida - Transmissão - Identifica a ocorrência de transmissão instantânea de informação (transmissão eletrônica de dados, fax, chamada telefônica).
	Círculo Alongado - Limites - Indica o início e o fim de um processo. Normalmente as palavras “início” e “fim” estão inscritas no símbolo.

Fonte: Harrington (1993, apud MÜLLER, 2003).

Figura 28 – Mapa conceitual dos processos sugeridos para um sistema *web-gis* para a gestão do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel.



Fonte: Autoria própria (2016).

4.4.1 Detalhamento do mapa conceitual dos processos sugeridos para um sistema *web-gis* para a gestão do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel

O mapa conceitual da Figura 23 registra os processos fundamentais para o funcionamento adequado de um sistema *web-gis* que possa auxiliar na gestão do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel e, conseqüentemente, a gestão sustentável da cadeia de suprimentos desses dispositivos.

Evidentemente o referido mapa conceitual não está dirigido à construção e, tão pouco, aos detalhes da operação do sistema proposto. O que esse fluxograma pretende demonstrar são as principais atividades que cada ator da cadeia de suprimentos em questão deve realizar, nas respectivas as fases dessa cadeia, para que a efetividade do sistema seja alcançada.

Cada fase do fluxo de materiais está separada por uma borda de cor cinza, as setas mais grossas e sombreadas representam o fluxo direto e as demais representam o fluxo reverso. Os processos que devem ser registrados no sistema são de responsabilidade dos atores principais de cada dessa fase. Assim, por exemplo, na fase de manufatura é o fabricante quem realiza o registro sugerido, já na fase de consumo o responsável pelo registro é o consumidor. Essa seria, portanto, a lógica para estabelecer os níveis de permissão para o registro de dados no sistema, mas é razoável imaginar que possa haver a flexibilização desses níveis de permissão, caso se constate essa necessidade.

Quanto aos níveis de permissão para a visualização dos registros, a princípio são concebidas restrições para informações pessoais dos consumidores e para os dados estratégicos das empresas. O objetivo principal do sistema é acompanhar e fornecer indicadores e mapas sobre a movimentação dos ATM ao longo de sua cadeia de suprimentos. Por isso não haveria a necessidade da exibição pública de dados sigilosos de nenhum dos atores envolvidos no fluxo logístico. Atualmente as operadoras de telefonia móvel e outros varejistas cadastram informações dos consumidores, quando ele adquire algum dos seus produtos. Os clientes também costumam cadastrar seus dados junto aos fabricantes dos aparelhos. O cadastro desses dados pode ser centralizado no sistema *web-gis* ou pode ser a ele acrescentado. A sua visualização pode estar disponível apenas para a empresa fabricante de um ATM específico, de maneira que ela saiba qual a localização atualizada do produto que ela inseriu na cadeia de suprimentos.

Os órgãos governamentais envolvidos na gestão dos resíduos sólidos também podem ter acesso a parte das informações mais restritas, para melhor acompanhar a situação dos materiais. Esse procedimento poderia facilitar ações fiscalizadoras e também os estudos envolvendo a gestão dos resíduos sólidos em questão.

A seguir são fornecidos mais detalhes dos processos sugeridos em cada uma das fases da cadeia de suprimentos dos ATM:

1. **Matéria-prima:** essa fase é inicial para todo o processo e, a depender dos materiais em questão, é também a fase final. Os componentes reciclados retornam a essa fase na forma de matérias-primas, fechando um dos ciclos possíveis da cadeia de suprimentos. Os fornecedores de suprimentos devem registrar a origem e o destino das matérias-primas com as quais trabalham, especificando aquelas que são oriundas dos programas de reciclagem dos ATM. Esse procedimento pode fornecer um indicador do volume de recursos naturais que foi recuperado pelo programa de logística reversa dos ATM. Ele também permite atribuir alguma forma de certificação para os fornecedores que priorizam a utilização de material reciclado.
2. **Manufatura:** os fabricantes identificam, no sistema *web-gis*, os ATM e as localizações geográficas dos seus destinos, antes de enviá-los para o mercado. Esse é primeiro daqueles registros que poderão permitir, aos fabricantes, a identificação de falhas nos programas de LR em regiões específicas. Isso pode, em consequência, possibilitar uma maior assertividade no direcionamento dos esforços e recursos empregados nesses programas.
3. **Distribuição:** no sistema *web-gis* os distribuidores confirmam o recebimento dos lotes de ATM e informam seus destinos futuros.
4. **Varejo:** os varejistas confirmam o recebimento dos lotes de ATM no sistema *web-gis*, e ele, por sua vez, cruza os dados de cadastro de cada varejista para atualizar a localização dos aparelhos. A cada venda o varejista registra os dados do aparelho vendido e as informações geográficas do respectivo comprador. Ele também deve orientar o cliente a respeito do programa de LR voltado para esses dispositivos. Poderão ser promovidos, junto ao consumidor, incentivos para o retorno dos aparelhos. Deverá ser fornecido um informe impresso, com dados básicos sobre o programa de LR dos ATM e as instruções para o cadastro personalizado do cliente no sistema *web-gis*.

5. **Consumo:** tendo sido orientado a respeito, o consumidor deverá cadastrar seus dados e os do seu ATM no sistema *web-gis*. Caso seja necessário, ele deverá buscar auxílio das empresas de telefonia para realizar esse cadastro. Para que o sistema em questão seja realmente efetivo é necessário que o consumidor seja instigado a exercer, com seus aparelhos eletrônicos, um nível de responsabilidade que se aproxime ao que já se exige para os bens de consumo mais duráveis, como os automóveis, por exemplo. Dessa forma, o cliente deverá informar, no sistema, quais as destinações ele escolheu para os seus ATM.
6. **Coleta:** as informações de Cetesb (2016) e Descarte ON (2016) indicam que os varejistas serão os responsáveis preferenciais pela coleta dos ATM, quando for estabelecido um acordo setorial nacional que estabelecerá a LR dos equipamentos eletroeletrônicos. No entanto, devido à importância potencial dos mercados secundários dos ATM, para o prolongamento do ciclo de vida desses aparelhos, este estudo considera os atores desse setor como possíveis responsáveis pela coleta dos dispositivos aqui focados. Para fins de distinção, o canal de reciclagem está sendo considerado à parte, pois ele é o destino prioritário dos resíduos coletados pelos programas de LR das empresas do setor de telefonia. O sistema *web-gis* deverá permitir o cadastro de empresas atuantes nos mercados secundários, como os de reuso, remanufatura etc. Um comitê técnico específico poderá estabelecer as condições para que um novo ator possa atuar na coleta dos materiais em questão.
7. **Triagem:** similar ao que foi descrito a pouco, com relação à coleta, deverá haver critérios pré-estabelecidos para a definição de quais atores poderão realizar a triagem dos materiais. Empresas dos mercados secundários e cooperativas de reciclagem poderão solicitar sua inclusão nessa função, através de envio de dados pelo sistema *web-gis*. Esse procedimento poderá melhorar a logística do deslocamento dos materiais, pois poderá acrescentar locais de triagem e de armazenamento temporário, mais próximos dos postos de coleta. Os locais de recebimento, os resultados das triagens e os destinos dos materiais devem ser registrados no sistema.

- 8. Disposição:** com base nos resultados da fase de triagem, os materiais coletados devem seguir para o seu destino correspondente. Na fase de disposição deverão ser consideradas as alternativas para os aparelhos, ponderando inclusive os fatores logísticos relacionados com rotas e localizações, a partir dos dados geográficos fornecidos pelo sistema *web-gis*. Tanto as características e possíveis identificações dos materiais, quanto a sua próxima destinação deverão ser registradas no sistema *web-gis*.

Através dos processos, a pouco descritos, espera-se que um sistema *web-gis* auxilie a integração dos atores da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia. O referido sistema também poderá melhorar o fluxo de informações entre esses diversos atores e possibilitar a produção de indicadores e produtos cartográficos, voltados para o aperfeiçoamento da gestão dos resíduos sólidos produzidos na referida cadeia de suprimentos.

Os mapas e cartas apresentados ao longo desta sessão, sobretudo nos itens que discutem o projeto “Descarte ON”, são exemplos simples, porém relevantes, de análises que podem ser realizadas através de um sistema *web-gis*. O nível de organização e a própria capacidade de obtenção de informações, via *Web 2.0*, que esse tipo de sistema possui, pode contribuir para o aumento substancial da integração da cadeia de suprimentos dos ATM. Isso poderia significar uma efetividade muito maior, quando se compara com a realidade atual, dos programas de logística reversa para esse tipo de dispositivo.

5 CONCLUSÃO

A presente dissertação procurou investigar as possibilidades de aplicação do geoprocessamento, sobretudo através de sistemas *web-gis*, para o auxílio da gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel. Para tanto foi preciso entrelaçar alguns temas cujo enfoque apresentar níveis importantes de complexidade.

Inicialmente o trabalho desenvolveu uma revisão bibliográfica de cunho qualitativo, cuja abordagem se estendeu por três temas específicos, a saber: o papel da logística para a gestão dos resíduos sólidos, o estágio atual da gestão dos resíduos sólidos dos aparelhos de telefonia móvel o geoprocessamento aplicado à logística.

O estudo da aplicação da logística no contexto da gestão dos resíduos sólidos tem se demonstrado como um tema rico e, surpreendentemente, pouco explorado com o grau de profundidade que se haveria de esperar. A revisão de literatura sobre esse assunto indicou para a ascensão da pesquisa a respeito da gestão sustentável da cadeia de suprimentos. Esse é um tema ainda muito recente na academia, principalmente no Brasil. Ao contrário do que sugere a maioria dos trabalhos nessa linha, essa temática aborda a logística reversa como parte de um processo maior, o qual procura integrar aspectos socioambientais à realidade da cadeia de suprimentos. Como resultado, a aplicação desse conceito tende a abordar de maneira muito mais completa o ciclo de vida dos produtos e, ao mesmo tempo, aumentar o grau de integração entre os atores de uma cadeia de suprimentos.

No que diz respeito à gestão dos resíduos de aparelhos de telefonia móvel, a produção bibliográfica brasileira evidencia diversas lacunas, as quais puderam ser exploradas na revisão de literatura. A contribuição deste trabalho, nesse ponto específico, pode tornar-se bastante importante, tendo em vista a situação atual do gerenciamento de resíduos sólidos do setor de telefonia móvel.

Os usos das tecnologias de geoprocessamento têm se diversificado e intensificado, principalmente no que diz respeito às aplicações envolvendo os bancos de dados geográficos e a *internet*. Os levantamentos da presente pesquisa mostraram que a adoção dessas tecnologias para a gestão dos resíduos em questão é altamente recomendável.

Em outra etapa da pesquisa foi realizada uma pesquisa quantitativa, focalizando a produção de literatura sobre o ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel. Essa pesquisa quantitativa visou detalhar as lacunas existentes na gestão dos resíduos desses aparelhos, a fim de identificar as possíveis aplicações do geoprocessamento nesse contexto. Essa pesquisa resultou na avaliação de 53 artigos que abordam aspectos do ciclo de vida dos aparelhos de telefonia móvel, sendo 33 deles internacionais e 20 nacionais. Salvo exceções e diferenças pontuais, a gestão dos resíduos desses dispositivos encontra-se em um estágio muito semelhante em vários países do mundo, inclusive no Brasil. Em termos gerais, essa gestão tem sido pouco efetiva e tem gerado níveis crescentes de preocupação nos governos de algumas localidades.

Em termos de aplicabilidade do geoprocessamento na gestão dos resíduos dos aparelhos de telefonia móvel, os resultados da pesquisa quantitativa apontam para as seguintes lacunas: problemas de integração entre os atores dessa cadeia de suprimentos, principalmente no fluxo de informações ao consumidor; necessidade de melhoria na rede de coleta dos dispositivos, com a implantação de mais postos de coleta, expandindo a rede para regiões que não são atendidas; redução dos custos com frete e com a armazenagem.

Ficou demonstrado, nos resultados do estudo que, o geoprocessamento, principalmente através dos sistemas com interface na *web*, tende a contribuir muito para a redução das lacunas apresentadas na revisão quantitativa de literatura. Esses sistemas permitem a integração e troca de dados entre os diversos atores da cadeia de suprimentos. Eles podem ser um meio importante para a divulgação dos programas de coleta junto ao consumidor final, o qual é o ator mais negligenciado atualmente. As funções de geoprocessamento que os bancos de dados geográficos modernos fornecem, permitem diversas análises que podem contribuir decisivamente para a mitigação de questões logísticas envolvendo seleção de locais estratégicos e a criação de rotas de transporte.

Para fins de ilustração, esta dissertação analisou uma iniciativa recente para a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município brasileiro de São Paulo, a qual é denominada “Descarte ON”. Essa iniciativa é um projeto piloto, que pretende subsidiar a implantação de um amplo programa de logística reversa, o qual poderá se torna o modelo a ser implantado em todo o Brasil. Dentre os resíduos alvo do projeto “Descarte ON” estão justamente os aparelhos de telefonia móvel de pós-consumo.

Constatou-se que o projeto “Descarte ON” possui características interessantes e um potencial inovador, principalmente porque foi concebido por uma organização do governo japonês. Conforme também foi abordado ao longo da pesquisa, o Japão possui uma expertise na gestão de resíduos sólidos que pode contribuir com a realidade brasileira. Entre os aspectos positivos encontrados no conceito do referido projeto estão os seguintes: esforço por integrar diferentes atores envolvidos, opção de coleta domiciliar dos materiais, introdução de uma taxa com fins educativos.

A análise do projeto “Descarte ON” também encontrou potenciais problemas que podem comprometer o sucesso do programa na gestão dos resíduos dos aparelhos de telefonia móvel, quais sejam: não fica claro se o projeto leva em consideração as iniciativas de logística reversa que já foram implantadas pelas empresas do setor de telefonia; os pontos de coleta de resíduos se concentram em poucas áreas da região alvo, deixando regiões mais povoadas sem um posto próximo; a taxa praticada não cobre os custos com o frete e questiona-se a sustentabilidade dessa prática no longo prazo; similar às iniciativas semelhantes, o projeto não contempla o envolvimento dos atores de mercados secundários envolvidos na revenda dos equipamentos.

Como resultado final o trabalho apresenta um mapa conceitual, no qual estão dispostos os principais processos a serem considerados na implementação de um sistema *web-gis* para o auxílio à gestão sustentável da cadeia de suprimentos dos aparelhos de telefonia móvel.

6 REFERÊNCIAS

AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. Disposition decisions in reverse logistics: Graph theory and matrix approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 137, p. 93-104, 2016.

AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. A literature review and perspectives in reverse logistics. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 97, p. 76-92, 2015.

AGUIRRE, A. B. **Distribuição da brita na cidade de São Paulo – efeitos da restrições ao tráfego de veículos de carga**. 2006. 90 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, São Paulo, 2006.

ALMEIDA, P. T. As Novas Ferramentas da Logística Empresarial e suas Aplicações na Logística Militar. **Caderno de Estudos Estratégicos de Logística e Mobilização Nacional**, Rio de Janeiro, v. 1, n.2, p. 181-193, jan/dez. 2009. Disponível em: <http://www.esg.br/uploads/2010/12/CadernoSALMob2010_r.pdf>. Acesso em: 17 out. 2012.

ALVES, C. R. B. et al. Descarte de aparelhos de telefonia celular na óptica da atual sociedade. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 12, n. 1/2, p. 31-38, 2015.

ANATEL, Agência Nacional de Telecomunicações. **Homologação de Produtos de Telecomunicações**. 2014.

ARENHARDT, et al. Comportamento, atitudes e consciência ambiental quanto ao descarte de telefones celulares: um estudo quantitativo na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Revista de Administração da UFSM**, v. 9, p. 43-60, 2016.

ARENHARDT, D. L. et al. Comportamento, atitudes e consciência ambiental para o descarte de telefones celulares: um estudo quantitativo na cidade de Santa Maria/RS. In: **4º Fórum Internacional Ecoinnovar**, Santa Maria, 2015.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial. Porto Alegre. Artmed. 2006.

BALLOU, R. H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo. Atlas. 1993.

BARBOSA, G. D.; OLIVEIRA FILHO, P. C. de. Análise de rede em ambiente de sistema de informações geográficas para tomada de decisão em logística reversa de pneus. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. Páginas 150-164, 2014.

BAXTER, J.; GRAM-HANSSSEN, I. Environmental message framing: Enhancing consumer recycling of mobile phones. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 109, p. 96-101, 2016.

BEIGL, P.; SCHNEIDER, F.; SALHOFER, S. Takeback systems for mobile phones: review and recommendations. In: **Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management**. ICE Publishing, 2012. p. 25-35.

BESEN, G. R.; RIBEIRO, H.; RISSOGÜNTHER, W. M.; JACOBI, P. R. Coleta Seletiva na Região Metropolitana de São Paulo: Impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 259-278, 2014.

BEZERRA, R. S. **Aplicação de Mashups no Gerenciamento de Redes**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR, C. A.; LAENDER, A. H. F. Modelagem conceitual de dados geográficos. CASANOVA, MA et al., **Banco de dados geográficos**. Curitiba, Mundogeo, p. 93-146, 2005.

BOSCARIOLI, C.; BEZERRA, A. ; DELMIRO, G. ; BENEDICTO, M. . Uma Reflexão sobre Banco de Dados Orientados a Objetos. In: **IV CONGED - Congresso de Tecnologias para Gestão de Dados e Metadados do Cone Sul**, 2006, Ponta Grossa. Anais do IV CONGED, 2006.

BOUZON, M.; RODRIGUEZ, C. M.T. Desmistificando os conceitos de logística e cadeia de suprimentos sustentáveis: Afinal, sua empresa possui uma Logística Verde ou opera em uma Cadeia de Suprimentos Sustentável? **Revista Mundo Logística**, v. 29, p. 72-77, 2012.

BRANDÃO, Eraldo José; DE OLIVEIRA, Juliana Garcia. A logística reversa como instrumento da gestão compartilhada na atual política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Curso de Direito da Uniabeu**, v. 2, n. 2, 2013.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 20 jul. 2014.

BRASILEIRO, L. A.; LACERDA, M. G. Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 13,n. 4,p. 356-360,Dec. 2008 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522008000400002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22 Abr. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522008000400002>.

BRAZ, M. A. L. **A Logística Militar e o Serviço de Intendência: uma Análise do Programa Excelência Gerencial do Exército Brasileiro**. 2004. 119 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2004.

BRITO JUNIOR, I. et al. Proposta de um programa de treinamento de desastres naturais considerando o perfil das vítimas. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 4, p. 153-176, 2014.

BOLZON, T. L. ; PERINI, R. L. . Produção Mais Limpa E Sustentabilidade Ambiental: Estudo De Caso Em Uma Fabricante De Vidros Da Cidade De Caxias Do Sul. In: XVI ENGEMA, 2014, São Paulo. **Anais XVI Engema**. São Paulo: Fea Usp, 2014.

BOUZON, M.; RODRIGUEZ, C. M.T. Desmistificando os conceitos de logística e cadeia de suprimentos sustentáveis: Afinal, sua empresa possui uma Logística Verde ou opera em uma Cadeia de Suprimentos Sustentável? **Revista Mundo Logística**, v. 29, p. 72-77, 2012.

CAPELAS, B.; SAWADA, T., Comprar e vender smartphone usado vira bom negócio na crise, **O Estado de S. Paulo**. Disponível em: <<http://link.estadao.com.br/noticias/gadget,comprar-e-vender-smartphone-usado-vira-bom-negocio-na-crise,10000028573>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos. 264p.** 1995. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) São José dos Campos, SP, Brasil.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2016. **Termos de Compromisso de Logística Reversa**. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/termos-de-compromisso-de-logistica-reversa/>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

CHAN, F. T. S.; KAI CHAN, H. A survey on reverse logistics system of mobile phone industry in Hong Kong. **Management Decision**, v. 46, n. 5, p. 702-708, 2008.

CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; ALCÂNTARA, Rosane Lucia Chicarelli. Logística Reversa: uma Análise da Evolução do Tema Através de Revisão da Literatura. XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, SALVADOR/BA, 2009.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. Supply chain management: more than a new name for logistics. **The international journal of logistics management**, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1997.

CRUZ, R. Os celulares nas classes D e E. **O Estado de S. Paulo**. Disponível em: <<http://link.estadao.com.br/blogs/renato-cruz/os-celulares-nas-classes-d-e-e/>>. Acesso em 19 jul. 2016.

CSCMP, COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **CSCMP Supply Chain Management Definitions**. Lombard, 2012. Disponível em: <<http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>>. Acesso em 21 out. 2012.

D'AVILLA, E. C. R. **Reestruturação da Cadeia de Suprimentos em uma Fábrica de Cosméticos**. 2010. 40 f. Monografia para obtenção de título de especialista em logística empresarial – Universidade Candido Mendes, Pós-graduação “Lato Sensu”, Rio de Janeiro, 2012.

DEMAJOROVIC, J; MIGLIANO, J. E. B. Política nacional de resíduos sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil. **Gestão & Regionalidade**, v. 29, n. 87, 2013.

DEMAJOROVIC, J. et al. Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares. **Revista de Administração de Empresas**, v. 52, n. 2, p. 165, 2012.

DESCARTE ON, **Descarte ON**, 2016.

Disponível em <<http://www.DescarteON.jica.eco.br/>>
Acesso em 20 dez. 2016.

DIAMOND, J. M. Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas (SS Costa, C. Cortes, P. Soares, Trads.). **Rio de Janeiro: Record.(Trabalho original publicado em 1997)**, 2009.

DIAS, S. L. F. G.; LABEGALINI, L.; CSILLAG, J. M. Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais. **Produção, São Paulo**, v. 22, n. 3, 2012.

DONATO, V. **Logística Verde**. Rio de Janeiro. Ciência Moderna. 2008.

ECYCLE, 2016. **Saiba onde descartar seus resíduos**. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/>>. Acesso em 18 jun. 2016.

EM, Estado de Minas, Operadoras aceitam celular velho na compra de novo. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/economia/2015/09/28/internas_economia,692480/operadoras-aceitam-celular-velho-na-compra-de-novo.shtml>. Acesso em 19 jun. 2016.

ENSSLIN, L.; VIANNA, W. B.. O design na pesquisa quali-quantitativa em engenharia de produção—questões epistemológicas. **Revista Produção Online**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2008.

ESTERMANN, J. História de La Filosofia – Segunda Parte. Quito. Ediciones Abya-Yala. 2001.

FLEISCHMANN, M. et al. Quantitative models for reverse logistics: A review. *European journal of operational research*, v. 103, n. 1, p. 1-17, 1997.

FLEURY, P. F. Gestão estratégica do transporte. **Revista Tecnológica**, v. 82, p. 60-67, 2002.

FRANKE, C. et al. Remanufacturing of mobile phones—capacity, program and facility adaptation planning. **Omega**, v. 34, n. 6, p. 562-570, 2006.

GEYER, R.; BLASS, V. D. The economics of cell phone reuse and recycling. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 47, n. 5-8, p. 515-525, 2010.

GIANNOTTI, M. A. **Desenvolvimento de ontologias para sistemas de apoio à logística humanitária baseados em serviços WEB de informações geográficas**. 2010. 196 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

GIARETTA, J. B. Z. et al. Hábitos relacionados ao descarte pós-consumo de aparelhos e baterias de telefones celulares em uma comunidade acadêmica. **Saúde e Sociedade**, v. 19, n. 3, p. 674-684, 2010.

GNONI, M. G.; LANZILOTTO, A. System Dynamics Model for Sustainability Analysis of Mobile Phone Reverse Logistics. **3rd International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul**, 2012.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da Cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. São Paulo. Pioneira Thonson Learning. 2004.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 3, p. 603-626, 2015.

GUINELLI, João V.; ROSA, André de S.; PANTOJA, Carlos E. Modelando Banco de Dados Relacionais e Geográficos Utilizando a Ferramenta GenDBM Tool. **Escola Regional de Banco de Dados – ERBD**, 2015, Caxias do Sul.

HEBER, F.; SILVA, E. M da. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). **Revista de Administração Pública**, v. 48, n. 4, p. 913-937, 2014.

HERNÁNDEZ, C. T.; MARINS, F. A. S.; CASTRO, R. C. Modelo de gerenciamento da logística reversa. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 3, p. 445-456, 2012.

HIGA, P. As fabricantes que mais vendem smartphones no Brasil. **Tecnoblog**, 2015. Disponível em: < <https://tecnoblog.net/193781/smartphones-market-share-brasil-2015/>>. Acesso em 20 dez. 2016.

HORI, M. **Custos da logística reversa de pós-consumo: um estudo de caso dos aparelhos e das baterias de telefonia celular descartados pelos consumidores**. 2010. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2010.

HOUAISS, A. **Grande Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. **Censo 2010**. Disponível em: < <http://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

JANG, Y.-C.; KIM, M. Management of used & end-of-life mobile phones in Korea: a review. **Resources, Conservation and recycling**, v. 55, n. 1, p. 11-19, 2010.

JAPÃO POR OUTROS OLHOS. **Multa, Cadeia e muitas Taxas - Lixo no Japão é Coisa Séria!** Vídeo (11min35s). Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=8DUMSF2S1Pc>> Acesso em 30 jun. 2015.

JICA, **Sobre JICA**, 2016. Disponível em: <<https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/about/index.html>>. Acessado em: 20 dez. 2016.

JOSEPH, A. T.; SCHREINER, J. H.; THURSTON, D. Design decision tradeoffs for environmental impact and end of life recovery of cellphones. In: ASME 2015 INTERNATIONAL DESIGN ENGINEERING TECHNICAL CONFERENCES AND COMPUTERS AND INFORMATION IN ENGINEERING CONFERENCE. American Society of Mechanical Engineers, 2015. p. V004T05A045-V004T05A045.

KOGA, G. A. et al. Comportamento do usuário em relação ao descarte e reciclagem de aparelhos celulares no Estado de São Paulo. **Future Studies Research Journal**, v. 6, p. 03-29, 2014.

KOSC, G.; BOROUGERDI, B. J. Where Did Your New TV Come from? Well, It's Drenched in Congolese Blood. History News Networks, **The Washington Post**. Disponível em: <http://historynewsnetwork.org/article/158020#sthash.xbCjnHYc.dpuf>. Acesso em 02 abr. 2017.

LEITE, P. R. Logística reversa e a regulamentação da política nacional de resíduos sólidos. **Revista Tecnológica**, Ano XVI, n. 183, 2011.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo. Pearson Prentice Hall. 2003.

LI, B et al. Survey on disposal behaviour and awareness of mobile phones in Chinese university students. **Procedia Environmental Sciences**, v. 16, p. 469-476, 2012.

LI, D.; SHI, X.; SHI, C. Node layout of recycling network for cell phones in china under the third party logistics. **International Journal of u-and e-Service, Science and Technology**, v. 8, n. 9, p. 1-12, 2015.

LIMA, R. A. Sistema Atual de Transporte de Cargas no País e a Mobilização Nacional. **Caderno de Estudos Estratégicos de Logística e Mobilização Nacional**, Rio de Janeiro, v. 1, n.2, p. 121-136, jan/dez. 2010. Disponível em: <http://www.esg.br/uploads/2010/12/CadernoSALMob2010_r.pdf>. Acesso em: 17 out. 2012.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. Um estudo sobre modelos conceituais de dados para projeto de bancos de dados geográficos. **Revista IP-Informática Pública**, v. 1, n. 2, p. 37-90, 1999.

LIZA, L.; MWAURA, F. The variability in the generation, disposal and recycling of mobile phone e-waste according to social classes in Lang'ata area, Nairobi, Kenya. **Journal of Environment Pollution and Human Health**, v. 4, n. 2, p. 42-51, 2016.

LIZARDO, L. E. O.; DAVIS JÚNIOR, C. A. OMT-G Designer: A Web Tool for Modeling Geographic Databases in OMT-G. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPTUAL MODELING. Springer International Publishing, 2014. p. 228-233.

LOUREIRO, S. A. et al. O uso do método de revisão sistemática da literatura na pesquisa em logística, transportes e cadeia de suprimentos. **TRANSPORTES**, v. 24, n. 1, p. 95-106, 2016.

LU, B. et al. Reusability based on life cycle sustainability assessment: Case study on WEEE. **Procedia Cirp**, v. 15, p. 473-478, 2014.

LUIZ, L. C. ; PFITSCHER, E. D. Plano de Gestão de Logística Sustentável: Proposição de Ações e Indicadores Socioambientais para Avaliar o Desempenho nos Órgãos Públicos Federais. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. São Paulo: Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, 2014. v. 3. p. 15-29.

LUMMUS, R. R.; VOKURKA, R. J. Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. **Industrial Management & Data Systems**, v. 99, n. 1, p. 11-17, 1999.

MAGALHÃES, L. B. et al. Análise comparativa dos algoritmos de otimização de consultas do postgresql. In: **Colloquium Exactarum**. 2015. p. 01-21.

MAPA, S. M. S.; LIMA, R. da S. Uso combinado de sistemas de informações geográficas para transportes e programação linear inteira mista em problemas de localização de instalações. **Gest. Prod., São Carlos** , v. 19,n. 1,p. 119-136, 2012.

MARRA, R. Venda de celulares no Brasil perde fôlego em 2014, mostram estudos. **Folha de S. Paulo**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/04/1613139vendadecelularesnobrasilperdefolego2014mostramestudios.shtml>> Acesso em: 25 set. 2015.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle: Remaking the way we make things**. MacMillan, 2010.

MATEOS, P. Geovisualización de la población: nuevas tendencias en la web social. **Investigaciones Geográficas**, Alicante, nº 60, pp. 87 – 100, 2013.

MICROSOFT, 2016. **Suporte ao Office, função DESVPAD.P (Função DESVPAD.P)**. Disponível em: < <https://support.office.com/pt-br/article/DESVPAD-P-Função-DESVPAD-P-6e917c05-31a0-496f-ade7-4f4e7462f285>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

MORAES, D. G. S. V. M. et al. Logística reversa de celulares: avaliação ambiental de cenários. In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012, Bento Gonçalves. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção, 2012.

MORAES, C. M. L. ; MARTINS, L. A. ; AGUIAR, V. G. de . Logística da coleta seletiva nos setores aeroporto e Campinas. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2012, GOIÂNIA.

MORETTI, S. L. do A.; LIMA, M do C.; CRNKOVIC, L. H. Gestão de resíduos pós-consumo: avaliação do comportamento do consumidor e dos canais reversos do setor de telefonia móvel. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 1, 2011.

MOURA, B. C., **Logística: Conceitos e Tendências**. Lisboa. Centro Atlântico. 2006.

MÜLLER, C. J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações)**. 2003. 292f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MURPHY, P. R.; POIST, R. P. Managing of logistics retro movements: an empirical analysis of literature suggestions. **Transp Res Forum** 1989; 29(1):177–84.

NEVES, L. dos S.; SANTOS, A. M. da S. dos. O descarte de aparelhos celulares. **Cadernos UNISUAM de Pesquisa e Extensão**, v. 5, n. 4, p. 127-134, 2015.

NUNES, E. C., IG, Sistema que identifica celulares piratas ou comprados no exterior entra em teste. Disponível em: < <http://tecnologia.ig.com.br/2014-03-17/anatel-sistema-que-identifica-aparelhos-nao-registrados-entra-em-fase-de-teste.html>>. Acesso em 27 jun. 2016.

OLIVEIRA, E. L. D. et al. Logística Reversa: Uma Análise do Descarte de Baterias e Celulares nos Pontos de Coleta da Claro em Chapecó-SC. **Amazônia, Organizações e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 79-95, 2013.

OLIVEIRA, J. et al. Improving the efficiency of the Portuguese WEEE collection system by using a web-based GIS application. In: X CONGRESO GALEGO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGACIÓN DE OPERACIÓNS PONTEVEDRA, 2011.

OLIVEIRA, R. L.; LIMA, da S. L. Utilização da modelagem e simulação a eventos discretos na logística reversa. In: XXVIII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO DE TRANSPORTES, 2014, Curitiba.

OLIVEIRA, E. L. ; MACHADO, N. S. ; FAVRETTO, J. Logística Reversa no Descarte de Baterias e Celulares Em Chapecó (SC): Subsídios à Construção de um Modelo De Gestão. In: IV SINGEP - SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 2015, SÃO PAULO. **Anais do IV Singep**, 2015.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D. Mobile phone collection, reuse and recycling in the UK. **Waste management**, v. 31, n. 6, p. 1307-1315, 2011.

OSIBANJO, O.; NNOROM, I. C. Material flows of mobile phones and accessories in Nigeria: environmental implications and sound end-of-life management options. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 28, n. 2, p. 198-213, 2008.

PADILHA, A. C. M. et al. A equação tecnologia e a gestão de resíduos sólidos: uma análise do descarte de telefones celulares no município de Carazinho-RS. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 3, n. 1, 2009.

PAIVA JÚNIOR, C. S. P. **Gestão Estratégica do Abastecimento do Ponto de Vista da Logística Integrada: Proposta de um *Framework* de alinhamento com a estratégia da Diretoria de Abastecimento da Marinha**. 2010. 90 f. Monografia (Especialização em Logística). Faculdade de Administração e Finanças, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/55469517/20/Logistica>>. Acesso em 18 out. 2012.

PHANEENDRA, A. N.; REDDY, V. D.; SRIKRISHNA, S. TOPSIS based approach for selection of third party reverse logistics service provider: a case study of mobile phone industry. **Imperial Journal of Interdisciplinary Research**, v. 2, n. 4, 2016.

PIENAAR, W. J. Operations Research: An indispensable toolkit for the logistician. **ORION: The Journal of ORSSA**, v. 21, n. 1, p. 77-91, 2005.

PIROTTI, R. P.; ZUCCOLOTTO, M. Transmissão de dados através de telefonia celular: arquitetura das redes GSM e GPRS. **Revista Liberato, Novo Hamburgo**, v. 10, n. 13, 2009.

PONCE CUETO, E. M.; GONZÁLEZ MANTECA, J. Á.; CARRASCO GALLEGO, R. Reuse or recycle? Recovery options for end-of-use mobile phones in Spain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VALUE CHAIN SUSTAINABILITY, ICOVACS. 2010.

PROJETOJICA, **Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil**, 2017. Disponível em: < <http://www.descarteon.jica.eco.br/nossas-acoess.html#top>>. Acessado em: 14 mar. 2017.

PROJETOJICA, **Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://reee.jica.eco.br/>>. Acessado em: 20 dez. 2016.

QUEIROZ, G. R.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G. Bancos de Dados Geográficos e Sistemas NoSQL: onde estamos e para onde vamos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 3, 2013.

RADA, E. C.; RAGAZZI, M.; FEDRIZZI, P. Web-GIS oriented systems viability for municipal solid waste selective collection optimization in developed and transient economies. **Waste management**, v. 33, n. 4, p. 785-792, 2013.

RAMIREZ, P.; BAPTISTA, J.A.A.; IZIDORO, K. Logística reversa de celulares: um estudo na zona leste da Cidade de São Paulo. In: VIII WORKSHOP DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CEETEPS, São Paulo, 2013.

RIBEIRO, N. B. et al. Construção de banco de dados geográficos para avaliação da vulnerabilidade ecológica em bacias hidrográficas: a experiência da Bacia Lagos São João, RJ. **Revista Interface (Porto Nacional)**, v. 11, n. 11, 2016.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 7, n. 5, p. 271-282, 2002.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. Going backwards: reverse logistics trends and practices. Reno, NV: **Reverse Logistics Executive Council**, 1999.

ROSSI, R.; MENDONÇA, F. M.; FEICHAS, S. A. Q. Modelo de Logística Reversa Pós-Consumo para Aparelhos Celulares por meio de Canais de distribuição Reversos De Ciclo

Aberto. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2014, Niterói. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói: **Anais** do CNEG, 2014.

ROZZETT, K.; ALFINITO, S.; ASSUMPCAO, M. Descarte de celulares: uma análise do comportamento declarado dos consumidores e sua consciência ecológica. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - EnANPAD, 2013, Rio de Janeiro. Anais do EnAnpad, 2013.

SANTOS, K. E. Lógica Matemática Aplicada à Definição de Rotas Usando Dispositivos GPS. **Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente**, Valinhos, v. XII, n. 14, 2009. Disponível em: <<http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/anuc/article/view/1672>>. Acesso em 24 out. 2012.

SARATH, P. et al. Mobile phone waste management and recycling: Views and trends. **Waste Management**, v. 46, p. 536-545, 2015.

SARKAR, A. GIS Applications in Logistics: A Literature Review. **Redlands. School of Business, University of Redlands**. 2007.

SARMENTO, C. O exemplo do Japão: lixo é um problema de cada cidadão. **Jornal o Globo**, Rio de Janeiro, 19 mar. 2012. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/rio/oexemplodojapaolixoumproblemadecadacidadao4346886>> Acesso em 28 ago. 2015.

SAYÃO, L. F. Modelos teóricos em Ciência da Informação: abstração e método científico. **Ciência da informação**, v. 30, n. 1, p. 82-91, 2001.

SCHMITT, P. R. M. **Aplicação web utilizando API Google Maps**. 2013. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013;

SCHNEIER, B. Mentirosos e Desajustados - Viabilizando A Confiança que a Sociedade Precisa para Prosperar. Rio de Janeiro. Alta Books Editora. 2014.

SCHOT, J. W. Constructive technology assessment and technology dynamics: the case of clean technologies. **Science, Technology & Human Values**, v. 17, n. 1, p. 36-56, 1992.

SEBO, J., ROSENFELDEROVÁ, T., 2014. Conditions and factors affecting suitability of reuse and recycling as options for the handling with unneeded mobile phones. **J. Prod. Eng.** 17, 95–99.

SMDU, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, 2016. **Dados Estatísticos**. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/dados_estatisticos/>. Acesso em: 20 dez. 2016.

SETTE, M. T. D.; NOGUEIRA, J. M. Política nacional de resíduos sólidos: uma avaliação inicial acerca dos aspectos jurídicos e econômicos. **Revista Jurídica da Universidade de Cuiabá**, v. 12, n. 2, p. 157-184, 2015.

SILVA, H.; BARBIERI, A. F.; MONTE-MOR, R. L. Demografia do consumo urbano: um estudo sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Belo Horizonte. *Rev. bras. estud. popul.*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 421-449, Dec. 2012.

SILVA, C. A. S. ; LEITE, J. C. ; VIEIRA, K. B. . Logística reversa de pos-consumo de bateria de celular: uma perspectiva ambiental. In: XIX - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEP, 2012, Bauru / SP. **Anais** - SIMPEP, 2012. v. 1. p. 1-12.

SILVA, C. A. V.; MUSETTI, M. A. Logística Militar e Empresarial: uma Abordagem Reflexiva. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 343-354, 2003.

SILVA, J. R. A.; ROCHA, T. B.; UGAYA, C. M. L. Identificação de pontos críticos no ciclo de vida de eletroeletrônicos: estudo de caso com celulares. In: III CONGRESSO BRASILEIRO EM GESTÃO DO CICLO DE VIDA, 2012, Maringá. **Anais** do III Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida. Maringá: Dental Press Publishing, 2012. v. 1. p. 250-255.

SILVEIRA, G. T. R.; CHANG, S. Y. Cell phone recycling experiences in the United States and potential recycling options in Brazil. **Waste management**, v. 30, n. 11, p. 2278-2291, 2010.

SILVESTRE, B. Sustainable supply chain management: current debate and future directions. *Gestão & Produção*, n. AHEAD, p. 0-0, 2016.

SINHA, R. et al. Identifying ways of closing the metal flow loop in the global mobile phone product system: A system dynamics modeling approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 113, p. 65-76, 2016.

SMCS, Secretaria Municipal de Coordenação das Subprefeituras, 2016. **Conheça um pouco mais as Subprefeituras da Cidade de São Paulo**. Disponível em: <

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/index.php?p=8978>>. Acesso em: 31 dez. 2016.

SMS, Secretaria Municipal de Serviços, 2016. **Sistema de Consulta Unificada por Informações sobre Serviços de Limpeza Pública do Município De São Paulo**. Disponível em: <<http://spcidadelimpa.com.br/>>. Acesso em: 11 set. 2016.

SOO, V. K.; DOOLAN, M. Recycling mobile phone impact on life cycle assessment. **Procedia cirp**, v. 15, p. 263-271, 2014.

SOUSA, D. G. et al. Logística reversa das baterias de celulares: estudo de caso sobre o comportamento de consumidores e empresário no município de Codó- MA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Fortaleza - CE. **Anais eletrônicos** da Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2015.

SOUZA, J. C. Logística para Reciclagem e Logística Reversa: Principais Similaridades e Principais Diferenças. In: XV CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, CARTAGENA DAS INDIAS. Actas del XV Congreso Panamericano de Ingenieria de Tránsito y Transporte. 2008. p. 203-220.

SOUZA, M. **Avaliação de simbologia cartográfica na variação da escala em áreas preditas de risco a desmoronamento aplicada em servidor de mapas**. 2013. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

SPEAKE, J.; YANGKE, L. N. “What do I do with my old mobile phones? I just put them in a drawer”: Attitudes and perspectives towards the disposal of mobile phones in Liverpool, UK. **Human Geographies-Journal of Studies & Research in Human Geography**, v. 9, n. 2, 2015.

SRIVASTAVA, S. K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International journal of management reviews**, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.

STADTNER, A. Cell Phone Safety Tips for Limiting Radiation. **Healthy Building Inspections & Testing**, 2012. Disponível em: <<http://healthybuildingscience.com/2012/12/12/cell-phone-safety/>>. Acesso em 02 abr. 2017.

SUCKLING, J.; LEE, J. Redefining scope: the true environmental impact of smartphones? **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 20, n. 8, p. 1181-1196, 2015.

THAVALINGAM, Vyshnavi; KARUNASENA, Gayani. Mobile phone waste management in developing countries: A case of Sri Lanka. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 109, p. 34-43, 2016.

TOLEDO, I. P. **Evolução dos Conceitos da Logística para Atender Mercados Globalizados**. Atividade extracurricular para obtenção do título de especialista (pós-graduação – *lato sensu* em Engenharia da Produção). Indaial, 2011. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/95610075/A-evolucao-dos-conceitos-da-logistica-para-atender-mercados-globalizados>>. Acesso em 16 out. 2012.

TONÉIS, C. N. **A Lógica da Descoberta nos Jogos Digitais**. 2010. 201 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

TRIGO, A. G. M.; RODRIGUES, T.; BALTER, R. S. Uma visão da sustentabilidade dos resíduos eletroeletrônicos de aparelhos de celular. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2013, Salvador. Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Bauru: IBEAS, 2013.

VELDEN, M. van der et al. Design as regulation: towards a regulatory ecology of the mobile phone. In: PROCEEDINGS OF THE TENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CULTURE, TECHNOLOGY, COMMUNICATION. London, UK, 15-17 June 2016, p. 151-164.

WEELDEN, E. van; MUGGE, R.; BAKKER, C. Paving the way towards circular consumption: exploring consumer acceptance of refurbished mobile phones in the Dutch market. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 743-754, 2016.

WELFENS, M. J.; NORDMANN, J.; SEIBT, A. Drivers and barriers to return and recycling of mobile phones. Case studies of communication and collection campaigns. **Journal of Cleaner Production**, v. 132, p. 108-121, 2016.

WILHELM, M. et al. An overview of social impacts and their corresponding improvement implications: a mobile phone case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 302-315, 2015.

WU, B. Y. et al. Assessment of toxicity potential of metallic elements in discarded electronics: a case study of mobile phones in China. **Journal of Environmental Sciences**, v. 20, n. 11, p. 1403-1408, 2008.

YLÄ-MELLA, J.; KEISKI, R. L.; PONGRÁCZ, E. Electronic waste recovery in Finland: Consumers' perceptions towards recycling and re-use of mobile phones. **Waste Management**, v. 45, p. 374-384, 2015.

ZINK, T., MAKER, F., GEYER, R., Amirtharajah, R., & Akella, V. Comparative life cycle assessment of smartphone reuse: repurposing vs. refurbishment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 19, n. 5, p. 1099-1109, 2014.

ZHOU, X.; SCHOENUNG, J. M. Application of environmental accounting information to the decision-making for the environmentally conscious design and end-of-life management of cellular phones. In: PROCEEDINGS OF THE 2006 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONICS AND THE ENVIRONMENT, 2006. IEEE, 2006. p. 173-178.