

Angelina Vitorino de Souza Melaré

**Ferramenta AcheSeuEcoponto: auxiliando a
população e o gestor público na destinação
adequada dos resíduos sólidos**

Sorocaba, SP

15 de Dezembro de 2014

Angelina Vitorino de Souza Melaré

Ferramenta AcheSeuEcoponto: auxiliando a população e o gestor público na destinação adequada dos resíduos sólidos

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCCS) da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação. Área de concentração: Engenharia de Software e Gestão do Conhecimento.

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia – CCGT

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – PPGCCS

Orientador: Profa. Dra. Sahudy Montenegro González

Coorientador: Profa. Dra. Katti Faceli

Sorocaba, SP

15 de Dezembro de 2014

M517f Melaré, Angelina Vitorino de Souza
Ferramenta AcheSeuEcoponto: auxiliando a população e o gestor público na destinação adequada dos resíduos sólidos. / Angelina Vitorino de Souza Melaré. -- 2014.
123 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Sorocaba, Sorocaba, 2014

Orientador: Sahudy Montenegro González

Banca examinadora: Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho, Sandro Donnini Mancini

Bibliografia

1. Software de aplicação – Desenvolvimento. 2. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. 3. Sistemas de Informação Geográfica. I. Título. II. Sorocaba-Universidade Federal de São Carlos.

CDD 363.728

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca *Campus* Sorocaba.


Dedico essa dissertação as minhas queridas filhas Bianca e Julia. Filhas, a nossa dificuldade somente é superada se nos esforçarmos e termos força de vontade de vencer. Temos sempre que tentar, mesmo que em muitos momentos pensemos que não vamos conseguir. Sigam esse exemplo e tentem sempre, até alcançarem seus objetivos!



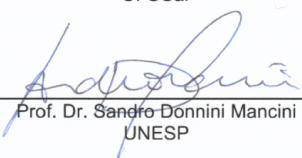
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Folha de Aprovação


Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Angelina Vitorino de Souza Melaré, realizada em 15/12/2014:



Prof. Dra. Sahudy Montenegro Gonzalez
UFSCar



Prof. Dr. Sandro Donnini Mancini
UNESP



Profa. Dra. Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho
USP

Agradecimentos

São muitas as pessoas que tenho que agradecer, que me ajudaram de alguma forma. Sem elas não conseguiria alcançar com êxito o mestrado e essa dissertação!

Agradeço inicialmente a Deus pela força dada em muitos momentos e pela energia fornecida nas madrugadas infinitas.

Ao meu marido Bruno, pela força redobrada, pelas tentativas de me acalmar com pratos doces e salgados, pela paciência algumas vezes finita, pela correção gramatical dos textos, pelo carinho e compreensão de sempre.

As minhas filhas Bianca e Julia, mesmo sendo crianças, já com sabedoria e responsabilidade de adultas, que compreenderam as várias horas da mamãe trancada no escritório e sempre ao final do dia só batiam na porta para pedir um beijo de boa noite.

Aos meus pais Adão e Luzia pelo incentivo, que mesmo sem estudo sempre souberam dar valor ao ensino e me educaram para a vida.

As minhas irmãs Camila e Sueli pelo apoio em vários momentos.

As professoras Sahudy e Katti que me orientaram nessa caminhada agradeço pela rigidez nas correções, pela paciência e pelo incentivo. Sahudy muito obrigada pela parceria, pelo tempo e dedicação fornecida em todos os momentos.

Aos amigos da UFSCar Jane, Ricardo, Talita, Joaquim pela motivação e trabalho em equipe.

Aos demais amigos da UFSCar pela troca de experiência nos grupos de estudo. São vários os amigos conquistados, Andreza, Wilton, Anderson, Tiago, Amauri, entre outros.

A querida professora Luciana e demais professores da UFScar pela dedicação dada nas aulas.

Aos professores da FATEC e amigos, Maria Eliana, Juliana, Graça, Alessandra, Bianchi, Lucimar, Magu, Adriana, Vera, Marli, Solange, Margarida, Denilce, Andreia, Tadeu, PC, Tereza, Eduardo, pela ajuda em vários momentos

As assessoras municipais Gislaine, Valéria e Karen e a secretária Patricia, pelo tempo e pela disponibilização de informação.

Todo sonho só se realiza se sonharmos... um dia sonhei em ser Mestre e agora o estou sendo! ...é preciso sonhar sempre e lutar para que esse sonho se realize! (Fonte, Autor)

Resumo

O crescimento populacional aliado ao desenvolvimento industrial e ao aumento do consumo gerou diversos problemas relacionados à gestão dos resíduos sólidos, como o da destinação inadequada. Devido às pressões mundiais e as novas políticas públicas, como da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os gestores precisam encontrar soluções objetivando a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos. As Tecnologias da Informação e da Comunicação e os Sistemas de Informação Geográfica são mundialmente empregadas em soluções para os problemas de gestão de resíduos. Algumas dessas propostas mostram que a destinação adequada pode aumentar com a proximidade dos pontos de descarte com o munícipe. Nessa dissertação de mestrado é apresentada a ferramenta computacional AcheSeuEcoponto, que procura auxiliar a população a destinar corretamente seus resíduos sólidos. Essa ferramenta foi desenvolvida com o emprego das geotecnologias e das tecnologias *Web* em uma arquitetura de quatro módulos. A ferramenta permite a população realizar consultas para encontrar os ecopontos mais próximos ao local de origem e encontrar o ecoponto adequado para o tipo de resíduo que deseja descartar. O AcheSeuEcoponto, também, permite a visualização geoespacial dos ecopontos e do trajeto até o ecoponto desejado. O módulo de redes sociais permite a difusão da ferramenta e, portanto, dos pontos de descarte. A ferramenta ainda permite aos gestores obter relatórios estratégicos das áreas carentes de ecopontos, dos ecopontos mais pesquisados e relatório do perfil do público que acessa a ferramenta. Como parte deste trabalho, foram respondidas questões para mensurar o alcance da ferramenta, a influência das tecnologias *Web* na difusão da ferramenta, e o perfil do público que utiliza a ferramenta, incluindo seu conhecimento sobre os pontos de descarte. Para isto, foram coletados e analisados dados de duas formas, por meio de um questionário preenchido via ferramenta e pelo uso de um serviço de análise de domínios *Web*. Alguns resultados apresentados já eram esperados, mas o percentual de pessoas que mostraram desconhecimento dos pontos de descarte foi além da expectativa, destacando a importância de pesquisas dentro desse contexto de Gestão de Resíduos Sólidos.

Palavras-chaves: Geotecnologias. SIG. TICs. Gestão de Resíduos Sólidos. Ecopontos PNRS. Georreferenciamento. Geoprocessamento. Geolocalização. Reciclagem.

Abstract

The population growth combined with the industrial development and the increasing consumption caused several problems related to the solid waste management such as inadequate disposal. Due to global pressures and new policies such as the Solid Waste National Policy, managers need to find solutions to reduce, reuse and recycle waste. The Information and Communication Technologies and the Geographic Information Systems are worldwide used in solutions for waste management. Some of these proposals show that the appropriate disposal increases due to the proximity between the population and the disposal points. This thesis presents a computational tool, called AcheSeuEcoponto, which seeks to assist the population to properly allocate their solid residues. This tool was developed using Geo and Web technologies in a fourth-module architecture. The tool offers to citizens querying the nearest disposal point and disposal points by type of residue. Also, AcheSeuEcoponto provides map visualization of the disposal points and directions from a starting point to a disposal point. The social network module allows us to disseminate the tool and as a consequence the disposal points. In addition, the tool provides to managers strategic reports related to poor areas of disposal points, the most popular points and the public profile. As part of this work, we answered questions that measure the scope of the tool, the influence of Web technologies on the dissemination of tool, and the public profile including their knowledge about disposal points. For this purpose, data were collected and analyzed using a questionnaire filled out via the tool, and a Web analytics service. Some results were expected, but the percentage of people who showed lack of knowledge of disposal points was beyond expectation, highlighting the importance of researches within the context of solid waste management.

Keywords: Geotechnology. GIS. ICT. Solid Waste Management. Ecopoints. PNRS. Georeferencing. Geoprocessing. Geolocation. Recycling.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Problema do excesso de resíduos	22
Figura 2 – Ciclo de vida dos resíduos sólidos urbanos	23
Figura 3 – Metodologia adotada na dissertação	26
Figura 4 – Resíduos coletados no Brasil em 2008 [IBGE, 2010a]	33
Figura 5 – Aumento dos resíduos sólidos coletados no Brasil [SNIS, 2014]	34
Figura 6 – Tabela de destinação dos resíduos [IBGE, 2010a]	35
Figura 7 – Cenário da destinação inadequada nas grandes regiões do Brasil - 2008 [IBGE, 2010a]	35
Figura 8 – Coleta seletiva no Brasil em 2008 [IBGE, 2010a]	37
Figura 9 – Cenário das cooperativas existentes em 2008 [IBGE, 2010a]	37
Figura 10 – Distribuição de uso das Redes Sociais no Brasil em 2011 [PIMENTEL; FUKS, 2011]	45
Figura 11 – Base da arquitetura AcheSeuEcoponto	52
Figura 12 – Arquitetura da ferramenta AcheSeuEcoponto	54
Figura 13 – Fluxograma do ator Usuário	56
Figura 14 – Fluxograma do ator Gestor	57
Figura 15 – Cadastro e mapeamento dos ecopontos	58
Figura 16 – Solicitação de rastreamento da localização	59
Figura 17 – Geocodificação e mapeamento da localização de origem	60
Figura 18 – Solicitação da localização de origem	61
Figura 19 – Interface principal da ferramenta	62
Figura 20 – Legenda de marcadores que representam os tipos de resíduos	63
Figura 21 – Marcador com janela de informações	64
Figura 22 – Fitros de Pesquisa	64
Figura 23 – Pontos de coleta mais próximos	66
Figura 24 – Formulário para envio de sugestões	67
Figura 25 – Trajeto até o ponto de coleta mais próximo	67
Figura 26 – Compartilhamento com as Redes Sociais	69
Figura 27 – Rede Social Twitter e Facebook	70
Figura 28 – Coleta do perfil do visitante	71
Figura 29 – Mapa térmico	72
Figura 30 – Relatório de endereços de áreas carentes	73
Figura 31 – Relatório de ecopontos pesquisados	73
Figura 32 – Exemplo de relatório gerado pelo <i>GoogleAnalytics</i>	74
Figura 33 – Exemplo de relatório de origem da aquisição	74
Figura 34 – Gráfico da faixa etária dos visitantes	74

Figura 35 – Tecnologias utilizadas nos módulos	75
Figura 36 – Picos de visitas diárias <i>Google Analytics</i>	87
Figura 37 – Pico de preenchimento do questionário	88
Figura 38 – Acessos Mensais <i>Google Analytics</i>	88
Figura 39 – Alcance mundial da ferramenta	89
Figura 40 – Picos de visitas oriundas das Redes Sociais	92
Figura 41 – Tecnologias de acessos a ferramenta	93
Figura 42 – Ponto de descarte de pilhas e baterias indicado para descarte de outros materiais	117
Figura 43 – Problemas detectados na consulta	118
Figura 44 – Falta de padrão nas interfaces	118
Figura 45 – Informações desatualizadas	119
Figura 46 – Falta de pontos de descarte	120
Figura 47 – Diversas interações para realizar consultas	120

Lista de tabelas

Tabela 1 – Indicadores da GRS dos municípios de Itu e Sorocaba em 2012 (a) . . .	40
Tabela 2 – Indicadores da GRS dos municípios de Itu e Sorocaba em 2012 (b) . . .	40
Tabela 3 – Síntese da análise dos projetos semelhantes	49
Tabela 4 – Tecnologias empregadas no protótipo funcional AcheSeuEcoponto . . .	76
Tabela 5 – Síntese da características e recursos do AcheSeuEcoponto	77
Tabela 6 – Heurísticas atendidas pelo protótipo funcional	78
Tabela 7 – Meio pelo qual conheceu a ferramenta	91
Tabela 8 – Canais de Aquisição - Análise da origem de acesso	92
Tabela 9 – Tecnologias de acesso	94
Tabela 10 – Tem conhecimento sobre os pontos de descarte?	95
Tabela 11 – Número de usuários que desconhecem os pontos de descarte	96
Tabela 12 – Por que você quer conhecer essa ferramenta?	96
Tabela 13 – Por que você quer conhecer essa ferramenta? (por município)	96
Tabela 14 – Desconhecimento dos usuários dos pontos de descarte	97
Tabela 15 – Sexo dos usuários	97
Tabela 16 – Faixa Etária dos usuários	98
Tabela 17 – Escolaridade dos usuários	98
Tabela 18 – Ramo de atividade dos usuários	99
Tabela 19 – Questão 1	100
Tabela 20 – Questão 2	101
Tabela 21 – Questão 3	101

Lista de abreviaturas e siglas

4Rs	Redução, Reutilização, Reciclagem e Recuperação de energia
ABAL	Associação Brasileira do Alumínio
ABIPET	Associação Brasileira de Indústria de Pet
ABINEE	Associação da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
CEMPRE	Compromisso Empresarial com a Reciclagem
CATARES	Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Sorocaba
CENTRAL	Cooperativa Central de Reciclagem da Zona Oeste
COMAREI	Cooperativa de Materiais Recicláveis de Itu
CORESO	Cooperativa de Catadores de Sorocaba
CS	Coleta Seletiva
DOM	<i>Document Object Model</i> - Modelo de Objetos do Documentos
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i> - Sistema de Posicionamento Global
GA	<i>Google Analytics</i>
GRS	Gestão dos Resíduos Sólidos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IESA	Instituto de Educação Sócio Ambiental
IHC	Interface Humano Computador
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i> - Notações de objetos Javascript
LEV	Local de Entrega Voluntária
ONU	Organização das Nações Unidas
PET	Poli(Tereftalato de Etileno)
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
REVIVER	Cooperativa de Coleta Seletiva Reviver
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i> - Identificação por Radiofrequência
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SBC	Sociedade Brasileira da Computação
SERP	Secretaria de Serviços Públicos
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SMI	Servidores de Mapas via Internet
SMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WCAMA	Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais
Web	<i>World Wide Web</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Contextualização do problema	21
1.2	Motivação e justificativa da pesquisa	22
1.3	Objetivos geral e específicos	25
1.4	Metodologia de pesquisa	26
1.5	Organização da dissertação	27
2	ESTADO DA ARTE	29
2.1	Problema da Gestão de Resíduos Sólidos	29
2.1.1	Estatísticas do problema	33
2.1.2	Destinação adequada: reciclagem	35
2.1.3	Contextualização de municípios adotados na gestão dos resíduos sólidos	38
2.2	TICs usadas no apoio à decisão na gestão dos resíduos sólidos	41
2.2.1	Redes Sociais	44
2.3	Projetos relacionados	46
2.3.1	Rota da Reciclagem	47
2.3.2	Recicloteca	47
2.3.3	Recicle RJ	48
2.4	Sumário	48
3	ACHESEUECOPONTO	51
3.1	Princípios de projeto do AcheSeuEcoponto	51
3.2	Objetivo da ferramenta	52
3.3	Arquitetura do AcheSeuEcoponto	53
3.4	Protótipo funcional e TICs empregadas	55
3.4.1	Funcionalidade de cadastro e mapeamento dos ecopontos	57
3.4.2	Funcionalidades de geolocalização e identificação de ponto de origem do usuário	59
3.4.3	Funcionalidades de pesquisa	61
3.4.3.1	Visualização dos ecopontos	61
3.4.3.2	Filtro de consulta	64
3.4.3.3	Traçado da rota	66
3.4.4	Funcionalidades de compartilhamento	68
3.4.5	Funcionalidades estratégicas	70
3.4.6	Tecnologias adotadas	75
3.5	Sumário	76

4	PLANEJAMENTO DE PESQUISA E PROTOCOLO DE EXPERIMENTOS	79
4.1	Municípios adotados para validação e pesquisa de campo	79
4.2	Divulgação da ferramenta	81
4.3	Coleta e preparação de dados	82
4.3.1	Coleta via Questionário	83
4.3.2	Coleta via Google Analytics	83
4.3.3	Preparação de dados	84
4.3.3.1	Preparação dos dados coletados a partir do questionário	84
4.3.3.2	Preparação dos dados coletados a partir do <i>Google Analytics</i>	85
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	87
5.1	Qual o alcance da ferramenta?	87
5.1.1	Estatística de acesso	87
5.1.2	Difusão geográfica	88
5.2	Será que as tecnologias <i>Web</i> influenciam na difusão de informações relacionadas ao descarte adequado de resíduos sólidos?	91
5.2.1	Influência das tecnologias <i>Web</i>	91
5.2.2	Alcance geográfico das redes sociais	94
5.3	Que público utiliza a ferramenta e qual seu conhecimento sobre os pontos de descarte?	95
5.3.1	Conhecimento sobre os pontos de descarte	95
5.3.2	Perfil de usuário	97
5.4	Sumário das análises	99
6	CONCLUSÕES	103
6.1	Contribuições	105
6.2	Trabalhos futuros	105
	Referências	107
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS DO PÚBLICO	115
	APÊNDICE B – ANÁLISE DOS PROJETOS RELACIONADOS	117
	APÊNDICE C – TABELA DE ESTADOS E CIDADES ALCANÇADOS COM A FERRAMENTA	121
	APÊNDICE A – HEURÍSTICAS DE NIELSEN	123

1 Introdução

1.1 Contextualização do problema

O aumento da população, aliado à migração para centros urbanos, permitiram o desenvolvimento industrial e o aumento da oferta e consumo, provocando uma exploração descontrolada dos recursos naturais, emissão de gases prejudiciais à saúde e o surgimento de diversos problemas ambientais, como mudanças climáticas (secas e inundações), falta de água, extinção de espécies animais e vegetais, aumento da geração de resíduos sólidos e aumento de doenças, pobreza e mortalidade infantil [BARBIERI, 2011; IPEA, 2012c; ONU, 2005; PHILLIS; GRIGOROUDIS; KOUIKOGLU, 2011; ??; IBGE, 2011; FIRDAUS; AHMAD, 2010].

De 1960 à 2010, a população brasileira cresceu 172%, de 70,9 milhões em 1960 para 190,7 milhões em 2010 [IBGE, 2010b]. A produção industrial também cresceu. No mesmo período, investigou-se o crescimento da produção de autoveículos, que passou de 133 mil para 3,38 milhões em 2010, representando um aumento de 2542% [ANFAVEA, 2014]. Além disso, de 1970 à 2010, o consumo de papelão ondulado passou de 220 mil para 3 milhões de toneladas/ano, considerando um crescimento de 1338% [ABPO, 2012]. Os dois índices escolhidos para mostrar o crescimento industrial estão entre as métricas utilizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que mensura mensalmente, desde 2007 o crescimento industrial no Brasil, tendo como base o fluxo de veículos pesados em rodovias concedidas, a expedição de papelão ondulado, a produção de autoveículos e a carga de energia.

A Figura 1 foi desenvolvida pela autora para ilustrar o cenário de origem do problema, destacando a sequência de acontecimentos, a partir do aumento da população e dos indicadores de crescimento da produção industrial, suas consequências e os problemas gerados para a humanidade, como por exemplo, o excesso de resíduos sólidos.

Em 2014, a população brasileira ultrapassou a marca de 200 milhões de habitantes. Na média, cada um desses habitantes gera por dia um quilo de resíduo, o que resulta ao final de cada dia, em cerca de 200 mil toneladas de resíduos gerados [SNIS, 2014; IBGE, 2010a].

Um problema dessa grande quantidade de resíduos gerados consiste no fato do Brasil não ter uma gestão e infraestrutura adequada de tratamento e destinação. A falta de planejamento ficou evidenciada em 1989, pela divulgação da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), do IBGE, a qual revelou que 88,2% dos municípios brasileiros destinavam inadequadamente seus resíduos, com disposição nos vazadouros a céu aberto

(lixões). Houve uma melhora em 2008, quando esse índice caiu para 50,8% [IBGE, 2010a].

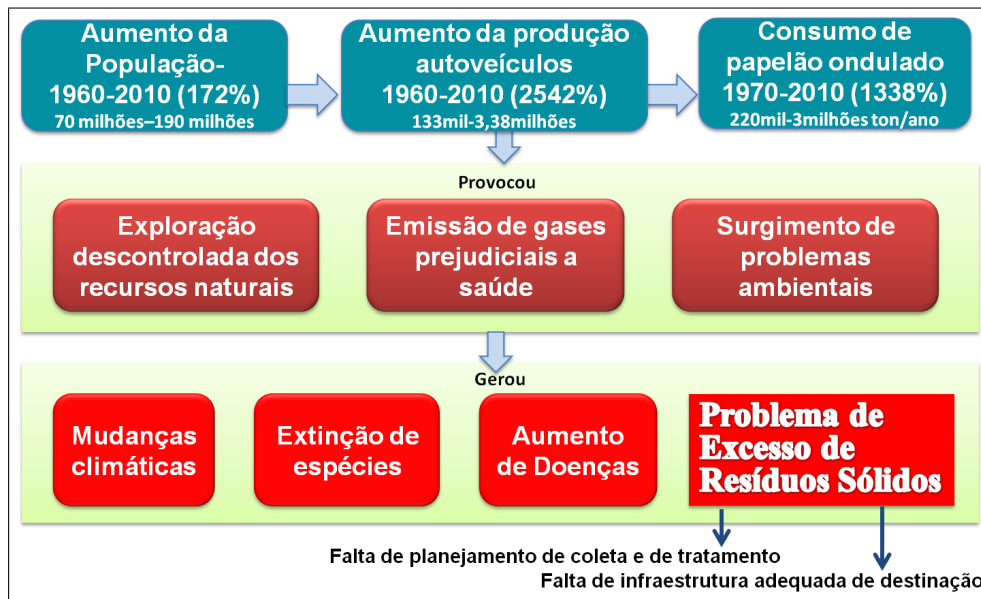


Figura 1 – Problema do excesso de resíduos

O problema da Gestão dos Resíduos Sólidos (GRS) repercute no cenário mundial, em encontros das Organizações das Nações Unidas (ONU), na comunidade científica e em políticas públicas. No caso do Brasil, após 20 anos de tramitação no Congresso Nacional, foi aprovada, em 2010, a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) [BRASIL, 2010b]. A PNRS possui diversos instrumentos e diretrizes, como a de educação ambiental, a de responsabilidade compartilhada, a de logística reversa, e a de reciclagem.

As soluções adotadas para a GRS são vinculadas à gestão de uma ou mais etapas do ciclo de vida dos resíduos. Propostas e soluções são encontradas na comunidade científica e no mercado, que vão desde o planejamento da etapa de coleta até a escolha da destinação mais adequada. Assim, foi desenvolvida pela autora a Figura 2 para demonstrar esse ciclo de vida, que pode ser finito ou não. O início do ciclo é o produto industrializado, que após consumo gera resíduos e estes podem ter destinação adequada ou não. Um exemplo de destinação inadequada e ciclo finito é quando os resíduos do produto consumido são encaminhados vazadouros a céu aberto. O exemplo inverso é o do reaproveitamento das matérias primas que compõem o produto industrializado, que após consumido, seus resíduos são coletados pelo programa municipal de coleta seletiva, triados nas cooperativas e encaminhados para reciclagem, retornando à cadeia produtiva.

1.2 Motivação e justificativa da pesquisa

Segundo Deng et al. [2011], Tao e Xiang [2010], a reciclagem e a destinação adequada são consideradas um dos grandes desafios dentro da gestão de resíduos. Alguns

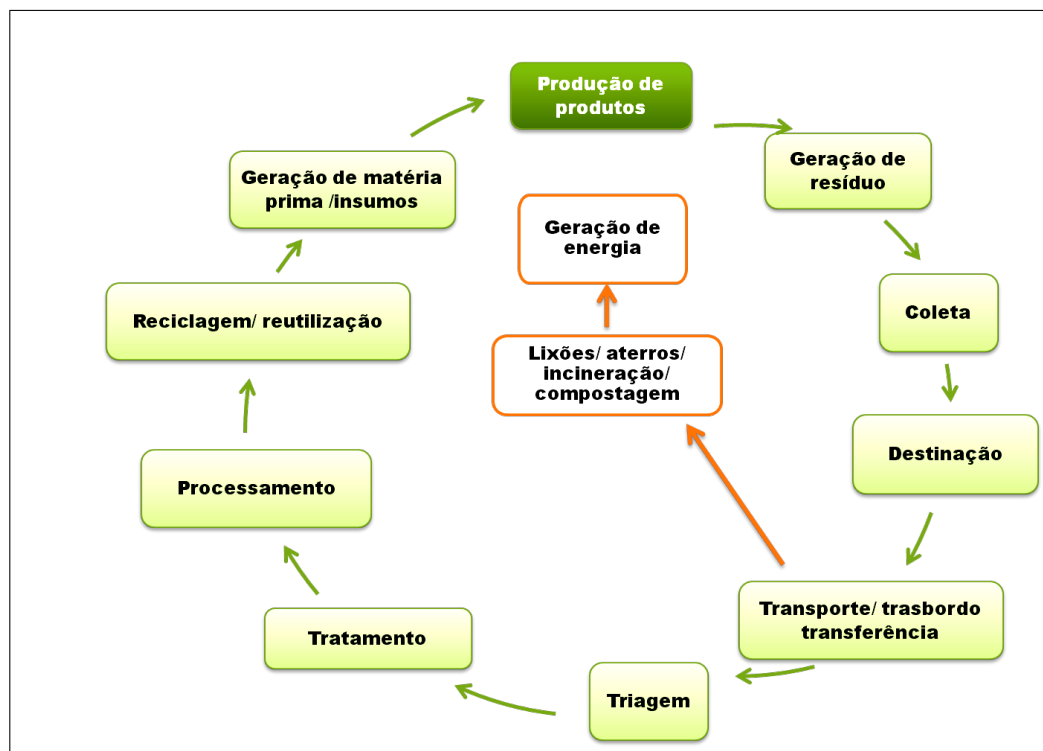


Figura 2 – Ciclo de vida dos resíduos sólidos urbanos

pesquisadores identificaram que seu sucesso depende da participação da população, que é influenciado pela proximidade e acesso das caixas de depósitos ou contêineres para o recebimento do material reciclável [LIN et al., 2010; TRALHAO; RODRIGUES; ALMEIDA, 2010; RADA; RAGAZZI; FEDRIZZI, 2013].

Moura [2011, 305] destaca que a reciclagem depende das contribuições realizadas por milhões de pessoas, que colaboram sem interesse financeiro, apenas pensando nos problemas ambientais e que é necessário proporcionar-lhes condições de captação.

É preciso que existam caçambas específicas para cada tipo de material em locais selecionados, para que as pessoas levem o material separado, ou que exista a coleta do lixo separado pelas pessoas em suas casas e empresas, em dias selecionados e previamente anunciados [MOURA, 2011, 305].

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem ser usadas como apoio à decisão em todas as etapas do ciclo de vida dos resíduos, ilustrado na Figura 2, incluindo a destinação direcionada à reciclagem. Há publicações que relatam o planejamento da reciclagem desde a concepção do produto, criando projetos com previsão de desmontagem e reciclagem de cada componente do produto [KUO, 2010].

Como parte desse trabalho, foi desenvolvida uma revisão sistemática que investigou no cenário mundial, como as Tecnologias da Informação e Comunicação e os Sistema de Apoio à Decisão (SAD) podem contribuir na gestão dos resíduos sólidos. Como resultado dessa investigação, foram encontradas 109 publicações relevantes para a definição do foco

dessa dissertação. Nestas publicações, foram analisadas ferramentas, modelos, projetos e propostas de soluções que adotam diversas TICs, dentre as quais se destacou os Sistemas de Informações Geográficas (SIG, do inglês *Geographic Information System-GIS*).

Lin et al. [2010] propõe um modelo e sistema que usa os SIG para projetar cenários de análise da proximidade espacial da população em relação aos locais de coleta de reciclável. Após as análises das quantidades e tipos de resíduos coletados, o sistema define a distância mínima da população com os locais de coleta e identifica as regiões que necessitam de pontos adicionais de coleta.

No Brasil há a Lei da PNRS [BRASIL, 2010b] e a Lei nº 9.605/1998 de Crimes Ambientais [BRASIL, 1998], que prevê punições para os infratores ambientais, e o Decreto nº 7.404/2010 que institui a PNRS [BRASIL, 2010a], com normas de condução da Logística Reversa e da Responsabilidade Compartilhada.

A população, além de conhecer, também precisa cumprir com o seu papel, como no cumprimento do artigo sexto do Decreto, de disponibilizar adequadamente seus resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução [BRASIL, 2010a]. Os fabricantes, por causa da lei da Logística Reversa, devem procurar alternativas para motivar a população a entregarem seus materiais em locais apropriados. Os gestores públicos precisam ter um conhecimento sólido das questões de destinação adequada, inclusive conhecer as áreas carentes de determinado ecoponto e quais são os tipos mais procurados pela população, para poder cumprir com as leis e gerenciar a instalação e manutenção de novos ecopontos.

Nessa dissertação define-se como ecopontos pontos de descarte que contém contêineres, caçambas ou recipientes apropriados para o recebimento de diversos tipos de resíduos, inclusive os resíduos recicláveis ou reaproveitáveis. Em alguns municípios brasileiros, as prefeituras mantêm programas de coleta seletiva e criam áreas de ecopontos públicos.

De acordo com o conteúdo dos ecopontos há um tipo de destinação, como, cooperativas de reciclagem, aterros sanitários, aterros de inertes ou ainda recolhidos por empresas fabricantes. Como por exemplo, locais que recebem resíduos da construção civil e móveis velhos, que depois são encaminhados aos aterros de inertes; os pontos de coleta de pneus, lâmpadas fluorescentes, remédios, pilhas e baterias, que depois são recolhidos pelos fabricantes; os contêineres de recepção de resíduos eletroeletrônicos, encaminhados às indústrias recicladoras; os pontos para recebimento de móveis em bons estados, que são destinados às instituições carentes, ou se estiverem em mal estado, encaminhados aos aterros de inertes; os pontos de coleta de óleo de cozinha usado, que são encaminhados às cooperativas de fabricação de sabão ecológico; os contêineres coletores de resíduos secos encaminhados às cooperativas de reciclagem.

Os resíduos recicláveis, enquadrados como secos podem ser papéis (papelão, jornal, cadernos, embalagem longa vida), plástico (tubos e canos, embalagens de produtos, copos

e pratos descartáveis, sacolas e sacos, garrafas, brinquedos), vidro (garrafas, copos, jarras, vasos) e metal (latas, esquadrias, alumínio, cobre, ferro, latas, painéis). Muitos resíduos podem ser compostos por componentes plásticos, metais e vidro, como o caso dos resíduos elétricos e eletrônicos, também denominados resíduos eletroeletrônicos. São exemplos de eletroeletrônicos os notebooks, estabilizadores, aspiradores de pó, televisores, secadores de cabelo, entre outros.

Nesse projeto são considerados ecopontos as cooperativas de triagem e os Pontos de Entrega Voluntária (PEV), também denominado como Locais de Entrega Voluntária (LEV). Foram considerados os seguintes tipos de resíduos: recicláveis, eletroeletrônicos, óleo de cozinha, baterias e pilhas e entulho. São enquadrados como entulho os móveis velhos, os galhos de árvore e os resíduos da construção civil.

É importante a divulgação das legislações vigentes para todos os envolvidos, inclusive a população. Constata-se, por parte dessa população a carência, dificuldade de acesso e informações contraditórias relacionadas as destinações dos resíduos. Como exemplo, pode-se relatar o fato do município de Sorocaba, que revoltado pela dificuldade de encontrar pontos de descarte, despejou seus resíduos no área externa da prefeitura de Sorocaba [CRUZEIRO DO SUL, 2014].

Segundo Firdaus e Ahmad [2010] e o IPEA [2012a] é possível minimizar os problemas causados pelo excesso de resíduos, adotando-se estratégias que envolvam e orientem a todos os envolvidos, como os municípios, empresários e gestores públicos. As tecnologias *Web* juntamente com as geotecnologias e as redes sociais propiciam a disseminação de informação e podem ser usada para apoiar a orientação ambiental. Podem-se citar exemplos de projetos que usem essas TICs, como o PortoAlegre.cc¹, para orientar a população de Porto Alegre quanto aos diversos problemas existentes na cidade; e a Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis², que é uma rede social criada para discutir sobre o desenvolvimento sustentável das cidades.

1.3 Objetivos geral e específicos

O objetivo geral dessa pesquisa é propor uma ferramenta computacional que auxilie a população e os gestores públicos na questão da destinação adequada dos resíduos sólidos, para contribuir com a orientação ambiental e com a PNRS.

A ferramenta proposta, denominada **AcheSeuEcoponto**, irá incorporar as geotecnologias (servidores de mapas, geoprocessamento e georreferenciamento) com as tecnologias *Web* (redes sociais e ferramentas de análise de domínios *Web*). No seu desenvolvimento foi definida uma arquitetura e um protótipo funcional para validação e testes.

¹ PortoAlegre.cc <<http://www.portoalegre.cc/>>

² Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis <<http://rededecidades.ning.com>>

Aliados ao objetivo geral, os objetivos específicos são:

- orientar a população quanto à existência de pontos de descarte adequados;
- definir funcionalidades de sistema que atendam aos usuários e aos gestores;
- coletar e analisar dados para verificar
 - o alcance da ferramenta;
 - o público que utiliza a ferramenta e seu conhecimento sobre os pontos de descarte;
 - a influência das tecnologias *Web* na difusão de informações relacionadas ao descarte adequado de resíduos sólidos.

1.4 Metodologia de pesquisa

Inicialmente, duas metodologias foram adotadas para o desenvolvimento deste trabalho: pesquisa de campo e pesquisa teórica. Elas são apresentadas na Figura 3.

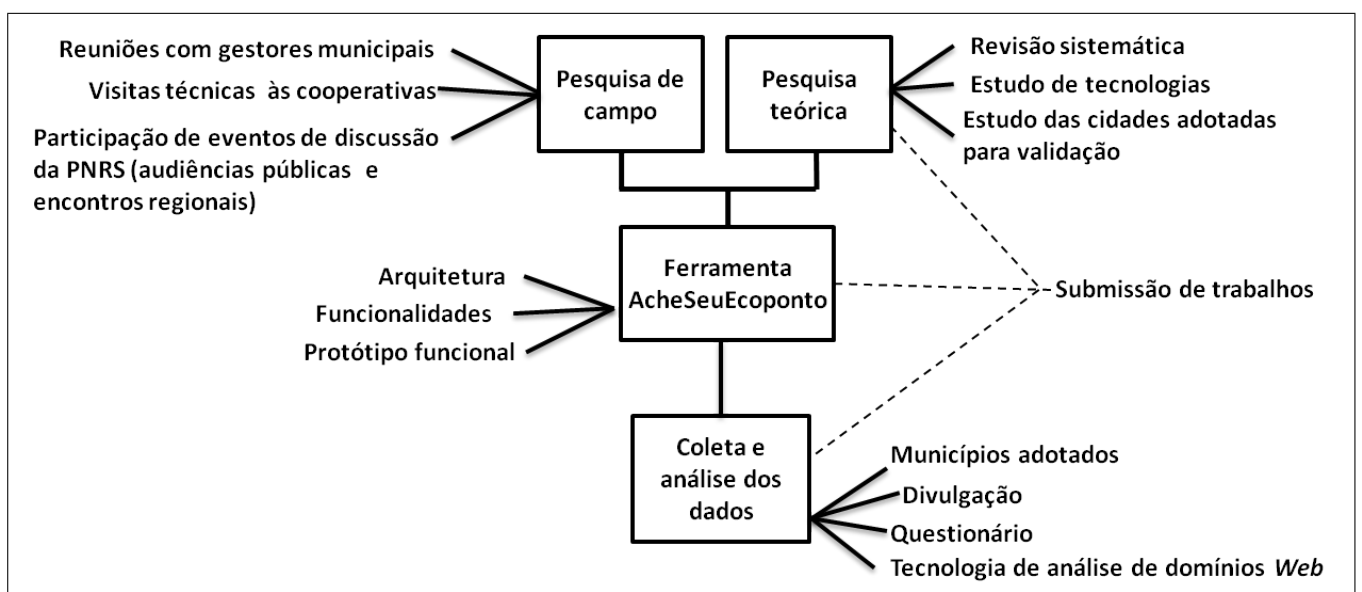


Figura 3 – Metodologia adotada na dissertação

Na análise de campo foram feitas visitas técnicas às cooperativas de reciclagem, realizadas reuniões com assessores e secretários municipais da área de meio ambiente com o objetivo de apresentar a proposta e conseguir informações necessárias para o mapeamento dos ecopontos legalizados.

Para compreender o domínio do problema de GRS, a autora participou de eventos de discussão sobre a PNRS com autoridades públicas renomadas da área de gestão de resíduos

sólidos, de encontros com gestores públicos (municipais e regionais) e de associações empresariais responsáveis pela reciclagem.

Na pesquisa teórica foi adotada a revisão sistemática para investigar propostas e soluções focando o domínio do problema, usando as TICs.

Para o desenvolvimento da ferramenta AcheSeuEcoponto foi realizado o estudo das geotecnologias e tecnologias *Web*.

Para atingir os objetivos de análise dos dados foram desenvolvidas duas estratégias de coleta de dados: um questionário aplicado aos usuários da ferramenta e a tecnologia de análise de domínio *Web*.

1.5 Organização da dissertação

O Capítulo 2 descreve o problema de geração e destinação dos resíduos no Brasil, incluindo estatísticas e abordando a reciclagem como uma das propostas de solução para o problema. Nesse capítulo são descritas as realidades dos municípios de Itu e Sorocaba, quanto à destinação dos resíduos e aos programas de coleta seletiva. Essas cidades foram usadas para concretização e validação da proposta apresentada nessa dissertação. Nesse capítulo também são descritas as TICs usadas como apoio à gestão dos resíduos, incluindo as tecnologias *Web* e as geotecnologias, e são apresentadas e comparadas iniciativas relacionadas a proposta dessa dissertação.

No Capítulo 3, é apresentada a ferramenta proposta, AcheSeuEcoponto, incluindo sua arquitetura, seus módulos, suas funcionalidades e o protótipo funcional.

O Capítulo 4 define o planejamento e protocolo experimental uma vez que a ferramenta ficou disponível na *Web*. Para isso, foram definidos os instrumentos adotados para capturar dados, o processo de divulgação da ferramenta e as estratégias usadas para coleta e tratamento dos dados.

O Capítulo 5 apresenta a análise e discussão dos resultados alcançados, em relação aos objetivos propostos de análise de dados.

As considerações finais estão contempladas no Capítulo 6, assim como apresentação das conclusões dos assuntos abordados, das contribuições deixadas e dos trabalhos futuros.

2 Estado da Arte

Esse capítulo foi idealizado para auxiliar na compreensão dos problemas e motivações que levaram à proposição desta dissertação. Por meio dele, será apresentado o domínio da Gestão de Resíduos Sólidos, incluindo as tecnologias empregadas para apoiar a essa gestão. Para isso, serão empregadas publicações científicas encontradas na revisão sistemática realizada em 2013.

A revisão sistemática adotada é uma revisão bibliográfica cientificamente metódica e investigativa, seguindo a um protocolo de pesquisa, com execução de diversas etapas (seleção, extração) e utilizando ferramentas de apoio [ZAMBONI et al., 2010; KITCHENHAM et al., 2010].

Na revisão, procurou-se entender o domínio do problema e buscar alternativas de soluções empregadas nesse domínio em todas as partes do mundo. A investigação ocorreu em Bibliotecas Digitais Indexadas (como, IEEE, Scopus, Science Direct, ACM) e definiu a questão de pesquisa como: **"Pesquisar no cenário mundial TICs e Sistema de Apoio à Decisão, voltados ao cenário de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, propostas de soluções para os problemas de organização, controle, logística e planejamento, incluindo a reciclagem"**.

Ao término da revisão foi desenvolvido um Relatório Técnico com análise de 109 publicações relevantes, que se tornaram o embasamento teórico desse capítulo, e que foram importantes para a definição do foco dessa dissertação. Esse relatório está disponível na UFSCar Sorocaba e originou dois artigos que serão submetidos a veículos científicos das áreas ambiental e da computação.

O capítulo foi organizado em quatro seções. A Seção 2.1 descreve o problema da gestão dos resíduos sólidos, com dados estatísticos do Brasil, relato da reciclagem como alternativa de destinação adequada e os programas de reciclagem adotados em municípios usados para validação da proposta. Na Seção 2.2, são relatadas as TICs usadas como apoio a essa gestão, evidenciando os SIG, suas geotecnologias, e as redes sociais, também usadas na proposta. No final, a Seção 2.3 descreve e compara projetos relacionados ao proposto.

2.1 Problema da Gestão de Resíduos Sólidos

Uma das preocupações da sociedade do século XXI está concentrada nas questões relacionadas ao meio ambiente e ao desenvolvimento de uma sociedade sustentável, devido aos problemas ambientais, sociais e econômicos gerados pelo desenvolvimento mundial [SEOK; NOF; FILIP, 2012; AHMED; SUNDARAM, 2012; GUNASEKARAN;

SPALANZANI, 2012; XU; CONG, 2011; FIRDAUS; AHMAD, 2010].

Segundo o tripé da sustentabilidade (formado pelos pilares econômico, ambiental e social), o desempenho econômico de cada país deve levar em consideração o respeito e a valorização do meio ambiente e das pessoas, a responsabilidade social e a qualidade de vida da população [SEOK; NOF; FILIP, 2012; AHMED; SUNDARAM, 2012].

As pesquisas e projetos em busca da amenização desses problemas são evidenciados na comunidade científica e em encontros mundiais como a Conferências das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável Rio+20 [GUSMÃO, 2012] e no relatório, como o *The Millennium Development Goals Report*, da ONU [ONU, 2005]. Segundo esse relatório, "a sustentabilidade ambiental significa usar os recursos naturais com sabedoria e proteção dos ecossistemas, essenciais para a nossa sobrevivência". O relatório diz também que "a sustentabilidade não será alcançada com os padrões atuais de consumo e uso desses recursos".

Nesses encontros, foram definidas metas e princípios para se garantir a sustentabilidade ambiental, de forma que a população tenha padrão de vida decente sem comprometer as necessidades de gerações futuras [GUSMÃO, 2012]. Vários países estão comprometidos com esses princípios e com os acordos internacionais, incorporando-os em suas estratégias internas de desenvolvimento, na elaboração de normas técnicas e legislação [BARBIERI, 2011; MOURA, 2011; PHILLIS; GRIGOROUDIS; KOUIKOGLU, 2011]. Destaca-se no Brasil, a Lei nº 12.305/2010, que institui a PNRS no território nacional [BRASIL, 2010b].

Na RIO+20, a Gestão de Resíduos Sólidos foi um dos temas que estavam dentre as nove dimensões eleitas para concentração de esforços da Coordenação de Sustentabilidade [GUSMÃO, 2012]. Esse tema, também, é destaque na comunidade científica, onde há artigos que descrevem os problemas operacionais, ambientais e econômicos dessa gestão [FACCIO; PERSONA; ZANIN, 2011; ZHAO; SHAO, 2010].

Segundo PNRS, a gestão de resíduos sólidos é complexa e engloba um conjunto de ações que devem ser exercidas de forma direta ou indireta nas etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos, e disposição ambientalmente adequada dos rejeitos [BRASIL, 2010b].

Procura-se no Brasil, com as políticas públicas, amenizar os problemas de disposição dos rejeitos e eliminar os lixões criados em várias regiões brasileiras. Aliada ao excesso de resíduos gerados nas últimas décadas, houve a falta de planejamento e infraestrutura para a coleta, o tratamento e a destinação adequada dos resíduos gerados. Isso acarretou numa grande quantidade de resíduos jogados em áreas públicas e sem preparação do solo, como os lixões, rios e mesmo ruas.

Segundo a publicação Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) [PNUMA, 2004, 277]:

O problema com os resíduos urbanos não é apenas a quantidade, mas também a composição: o lixo passou de denso e quase completamente orgânico a volumoso e cada vez menos biodegradável. Os domicílios e as indústrias descartam quantidades cada vez maiores de plástico, alumínio, papel e papelão [PNUMA, 2004, 277].

Os processos que envolvem a gestão dos resíduos estão mudando devido as políticas públicas e as pressões sofridas das organizações nacionais e mundiais, como do PNUMA¹/UNEP² e da ONU³.

De acordo com a PNRS, diversos instrumentos e diretrizes devem ser adotadas e implantadas pelos Municípios e Estados [BRASIL, 2010b]. Dentre eles estão:

- Responsabilidade compartilhada: que descreve que a responsabilidade não é somente do fabricante, mas sim de, todos os envolvidos na cadeia produtiva, inclusive o munícipe [BRASIL, 2010a].
- Logística reversa: um conjunto de ações e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento ou para destinação final ambientalmente adequada [BRASIL, 2010a];
- Coleta Seletiva: permitirá, com o apoio das cooperativas de triagem ou associações de catadores de recicláveis, a separação prévia (na fonte geradora) dos resíduos sólidos, conforme sua composição [BRASIL, 2010a].
- Educação ambiental [BRASIL, 1999];
- Punição aos infratores ambientais, pessoas físicas ou jurídicas [BRASIL, 1998];
- Diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;
- Criação do plano estadual e municipal de resíduos sólidos;
- Criação de meios de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos para a redução do montante gerado e eliminação dos lixões, assim como aproveitamento energético dos gases gerados desses resíduos.

Há leis e decretos estaduais e municipais vigentes, como no caso do Estado de São Paulo existe a Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006 que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, e o Decreto Estadual nº 54.645, de 5 de agosto de 2009 que a regulamenta. Além deles, ainda estão sendo desenvolvidos por diversos estados e municípios os planos municipais e estaduais de resíduos sólidos, obrigatórios pela PNRS.

¹ PNUMA <<http://www.pnuma.org.br/interna.php?id=44>>

² UNEP <<http://www.unep.org/GEO/geo3/index.htm>>

³ ONU <<http://www.onu.org.br/>>

Para compreender todo esse contexto de gestão, é importante conhecer algumas definições básicas estabelecidas nas leis e normas técnicas, como por exemplo, entender as diferenças de rejeitos, lixo e resíduos recicláveis. A população normalmente denomina os resíduos como lixo, mas existem nomenclaturas mais específicas para estes dentro da gestão ambiental.

São considerados rejeitos, refugos ou dejetos os resíduos que não podem mais ser reaproveitados, na qual já foram esgotadas todas as formas de tratamento e recuperação possíveis [BRASIL, 2010b].

Os **Resíduos Sólidos** são definidos no Artigo 3º da PNRS, como:

Todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível [BRASIL, 2010b].

No Artigo 13º da PNRS, há a classificação dos resíduos sólidos quanto a sua origem em onze subdivisões. Duas delas, as dos resíduos domiciliares (os originários de atividades domésticas em residências urbanas) e as dos resíduos de limpeza urbana (os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana) formam o que a lei denomina como **Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)** [BRASIL, 2010b].

Além da classificação quanto a origem, os resíduos sólidos também podem ser classificados quanto a sua periculosidade, resíduos perigosos ou não, e distinguidos quanto a sua composição química e toxicidade. Essa distinção de acordo com suas características permite uma separação adequada dos resíduos quanto à sua destinação, podendo ser compreendidos dois grupos de resíduos, os recicláveis e os não recicláveis, ou ainda denominados resíduos secos e resíduos úmidos. Na nova legislação, a coleta seletiva deve atender a essa classificação quanto a composição, existindo a separação dos resíduos secos e úmidos na fonte geradora ou nos locais disponibilizados para descarte [BRASIL, 2010a].

Segundo a Norma da ABNT, NBR 10004:2004, os resíduos sólidos são classificados em duas classes, de acordo com os riscos que causam a saúde pública e ao meio ambiente. Os resíduos da Classe I são enquadrados como resíduos perigosos, podendo apresentar características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Os resíduos da Classe II são os não perigosos, apresentando nesse grupo duas subclasses: Resíduos Classe II A dos não inertes, que podem ter propriedade biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e os Resíduos Classe II B dos inertes, que são os resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada

ou desionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor [BARBIERI, 2011].

Os resíduos sólidos urbanos coletados têm uma disposição final peculiar à região do país e ao tipo de resíduo, podendo ser para aterro sanitário, lixões, aterros controlados, usinas de compostagem e cooperativas de triagem.

O vazadouro a céu aberto, ou popularmente conhecido como lixão, é considerado uma forma de destinação inadequada para disposição final dos resíduos, com descarga direta dos resíduos no solo. Esse local não tem impermeabilização do solo, controle da dispersão de gases emitidos ou do chorume. Esse método precário de destinação pode causar diversos problemas ambientais e a saúde pública [BARBIERI, 2011] [IBGE, 2010a].

O aterro controlado é um local de descarga de resíduos, onde diariamente são cobertos por uma camada de terra [IBGE, 2010a].

Os aterros sanitários, as usinas de compostagem e as cooperativas estão enquadradas como formas de destinação adequada. Os aterros sanitários são instalações que utilizam técnicas de engenharia para o armazenamento dos rejeitos numa área restrita (em camadas), com o tratamento e impermeabilização do solo, controle de gases e de chorume. Esse método de disposição final causa menos poluição, risco à saúde e danos ambientais [BARBIERI, 2011] [IBGE, 2010a].

2.1.1 Estatísticas do problema

A PNSB, do IBGE, mostrada na tabela da Figura 4, divulgou que em 2008 foram coletados pelas unidades de destino final 259.547 t/dia de resíduos sólidos urbanos [IBGE, 2010a]. Em relação aos dados divulgados na PNSB de 2000, de 228.413 t/dia, houve um aumento de 13,6% [IBGE, 2002].

Quantidade diária de resíduos sólidos, domiciliares e/ou públicos, coletados e/ou recebidos (t/dia)								
Total	Unidade de destino final dos resíduos sólidos coletados e/ou recebidos							
	Vazadouro a céu aberto (lixão)	Vazadouro em áreas alagadas ou alagáveis	Aterro controlado	Aterro sanitário	Unidade de compostagem de resíduos orgânicos	Unidade de triagem de resíduos recicláveis	Unidade de tratamento por incineração	Outra
259 547	45 710	46	40 695	167 636	1 635	3 122	67	636

Figura 4 – Resíduos coletados no Brasil em 2008 [IBGE, 2010a]

Considerando, que em 2008, o total diário coletado de resíduos foi de 259.547 t/dia e o total recebido pelas unidades de triagem de recicláveis foi de 1.635 t/dia, percebe-se

que apenas 1,2% do total de resíduos foi destinado a reciclagem. Mesmo se for considerada como destinação o aproveitamento desses resíduos nas unidades de compostagem, que tem 0,6% de encaminhamento, o percentual final continua sendo abaixo de 2% (Figura 4).

Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, mostra que no Brasil ocorreu entre os anos de 2010 a 2012 um aumento de 7,6% da quantidade coletada per capita/dia de resíduos sólidos urbanos, passando de 0,930 para 1,0 kg/hab/dia, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 5 [SNIS, 2014].

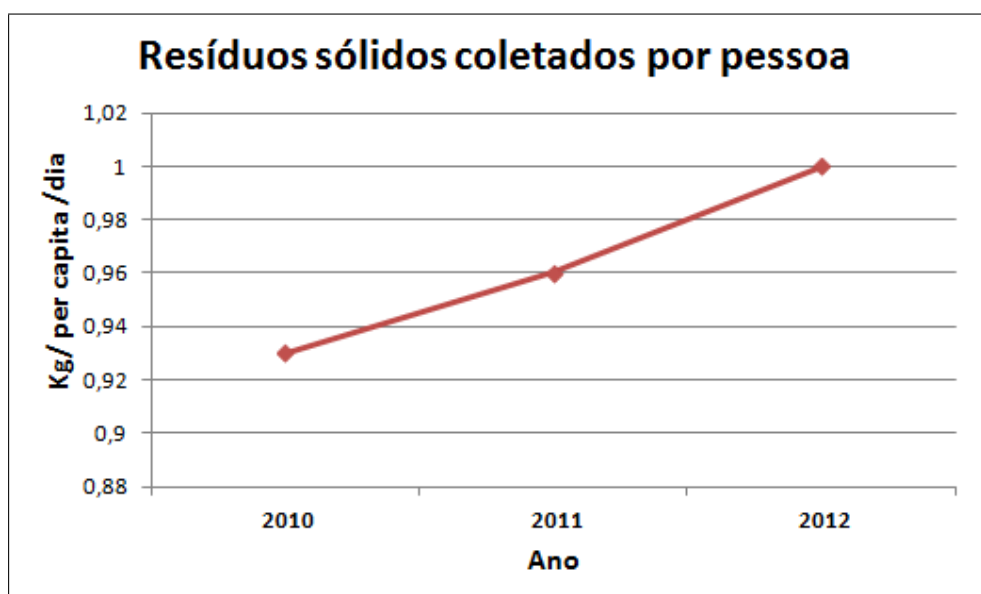


Figura 5 – Aumento dos resíduos sólidos coletados no Brasil [SNIS, 2014]

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) também divulgou, em 2013, que houve um aumento de 4,1% na quantidade total de RSU gerados em relação a 2012 e que esse aumento foi superior ao do crescimento da população urbana registrado no mesmo período, que foi de 3,7%. Eles também relatam o aumento da geração per capita de RSU, em 2013, passando para 1,041 kg/hab/dia [ABRELPE, 2013].

Segundo PNSB, ainda em 2008, a maioria dos municípios davam destinação de forma inadequada aos resíduos sólidos coletados, com 50,8% dos municípios destinando seus resíduos em lixões. Percebe-se na tabela da Figura 6, que em 1989 apenas 1,1% dos municípios brasileiros dispunham seus resíduos coletados em aterros sanitários e 88,2% os encaminhava aos lixões. Esse cenário melhorou nos anos seguintes, mas prevalecendo um número baixo de municípios com destinação para aterros sanitários, com apenas 27,7% dos municípios em 2008. Também houve alteração no número de municípios que davam destinação para aterros controlados, de 1989 para 2008 passou de 9,6% para 22,5%.

De acordo com a região do Brasil a destinação final dos resíduos sólidos urbanos

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Figura 6 – Tabela de destinação dos resíduos [IBGE, 2010a]

tem uma variação grande, como pode ser observado na tabela da Figura 7. Dos 5562 municípios brasileiros, 2810 destinaram seus resíduos sólidos em lixões e 14 em vazadouros em áreas alagadas. Os municípios com maior percentual de destinação para os lixões foram os das Regiões Nordeste e Norte, com 89,3% e 85,5% dos municípios respectivamente, enquanto que as Regiões Sul e Sudeste apresentaram 15,8% e 18,7%. Os municípios de destaque quanto ao encaminhamento inadequado dos resíduos são do Estado do Piauí, Maranhão e Alagoas com 97,8%, 96,3% e 96,1% respectivamente. Os Estados destaques em destinação para aterros sanitários e controlados são os Estado de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul com 87,2% , 81,7% e 79,2% dos municípios [IBGE, 2010a].

Municípios brasileiros que destinam resíduos sólidos em lixões (2008)		
Regiões	Municípios com manejo de resíduos sólidos	Municípios com destinação inadequada (%)
Brasil	5562	50,80%
Norte	449	89,30%
Nordeste	1792	85,50%
Sudeste	1667	18,70%
Sul	1188	15,80%
Centro-Oeste	466	72,75%

Figura 7 – Cenário da destinação inadequada nas grandes regiões do Brasil - 2008 [IBGE, 2010a]

2.1.2 Destinação adequada: reciclagem

Como discutido previamente, o problema do excesso de resíduos gerados é comprovado diariamente nos centros urbanos, devendo-se criar mecanismos para solucioná-lo. Segundo Moura [2011], existem algumas soluções melhores e outras piores do ponto de vista dos impactos ambientais. É consenso entre muitos autores, que a prevenção seria a melhor solução. Com uma redução no consumo haveria menos impactos e uma diminuição de gastos com programas de tratamento e destinação [MOURA, 2011; BARBIERI, 2011].

Segundo a PNRS, no Artigo 3º, a destinação ambientalmente adequada é:

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos

ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

Nessa Lei ainda é colocado como objetivo no Artigo 7º a "não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos". Esses objetivos também são conhecidos como 4Rs (Redução, Reutilização, Reciclagem e Recuperação de energia), e ainda podem ser transformados em 8Rs, como no caso do Instituto Akatu⁴ que acrescentou o Refletir, Respeitar e Reparar e Repassar.

Em busca do desenvolvimento sustentável, há publicações que mostram os resíduos sólidos urbanos como uma potencial fonte de energia alternativa e um mecanismo de preservação dos recursos naturais (matéria-prima) [LINO; ISMAIL, 2011; BOVEA et al., 2010]. Esses resíduos, resultantes das atividades humanas, são nocivos ao meio ambiente devido ao descarte e tratamento inadequado, porém, podem ter sua característica negativa revertida e retornarem à cadeia produtiva. Para tanto, são usadas técnicas de compostagem (aproveitando os resíduos sólidos orgânicos na produção de fertilizantes naturais), sistemas de reciclagem (retornos dos materiais descartados como papel, plástico e vidro na cadeia produtiva) e produção de biogás a partir de dejetos de alto teor energético [PIRES; MARTINHO; CHANG, 2011a].

Segundo a PNRS Brasil [2010b], "a reciclagem é um processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos". Os resíduos pós consumo coletados podem ser reprocessados tornando-se novamente matéria prima ou insumos de novos produtos. Esse processo de reciclagem prolonga a vida de bens ambientais esgotáveis, aumenta o tempo de vida dos aterros e permite a criação de empregos para pessoas com pouca qualificação profissional [MOURA, 2011].

De acordo com a PNSB, os programas de reciclagem e coleta seletiva iniciaram-se no Brasil da década de 1980, como estímulo à reciclagem e diminuição dos resíduos gerados. Identificou-se em 1989 a existência de 58 programas de coleta seletiva. De 2000 à 2008 houve um crescimento no número de municípios com programas de coleta seletiva, conforme pode ser observado na tabela da Figura 8, passando de 451 para 994, mas ainda representando apenas 17,86% do total de 5562 municípios [IBGE, 2010a]. A abrangência dos programas de coleta seletiva em alguns municípios não se referem a área total urbana, e sim a algumas regiões urbanas ou a pontos de entrega voluntárias de recicláveis.

Na Figura 9, observa-se que do total de 5562 municípios brasileiros com manejo de resíduos sólidos 684 tem cooperativas ou associações de catadores, havendo uma maior concentração nas Regiões Sul e Sudeste, com 236 e 272 respectivamente.

⁴ Instituto Akatu <<http://www.akatu.org.br/Temas/Consumo-Consciente/Posts/Quer-uma-boa-dica-Pratique-os-8-Rs-do-consumo-consciente>>

Municípios							
Total		Com serviço de manejo de resíduos sólidos					
		Total		Existência de coleta seletiva			
				Existe		Não existe	
2000	2008	2000	2008	2000	2008	2000	2008
5 507	5 564	5 475	5 562	451	994	5 024	4 568

Figura 8 – Coleta seletiva no Brasil em 2008 [IBGE, 2010a]

Grandes Regiões	Municípios			Número de cooperativas ou associações
	Total	Com manejo de resíduos sólidos		
		Total	Cooperativas ou associações de catadores	
Brasil	5 564	5 562	684	1 175
Norte	449	449	28	63
Nordeste	1 793	1 792	106	154
Sudeste	1 668	1 667	272	474
Sul	1 188	1 188	236	377
Centro-Oeste	466	466	42	107

Figura 9 – Cenário das cooperativas existentes em 2008 [IBGE, 2010a]

Os índices de reciclagem variam de acordo com o tipo de resíduo. Por exemplo, em 2012, segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), o índice da reciclagem de latas de alumínio chegou a 97,9%⁵. Em 2011, obteve o índice recorde de 98,3%, reciclando 248,7 mil toneladas de latas de alumínio [ABAL, 2012].

A reciclagem do papel e do plástico Poli(Tereftalato de Etileno) (PET) são bem menores comparados ao do alumínio, mas ainda expressivos. No caso do papel em 2011, foram 45,5% segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA)⁶. Quanto ao plástico PET, a Associação Brasileira de Indústria de PET (ABIPET) informou que em 2012 a reciclagem chegou a 58,9% (cerca de 331 mil toneladas) [ABIPET, 2012]. Segundo a BRACELPA, o aumento da reciclagem é devido às campanhas de incentivo ao descarte adequado e esclarecimento da população sobre a preservação do meio ambiente e que eles poderiam ser maiores com políticas públicas de incentivo, maior organização das cooperativas e novas atitudes do consumidor.

Na pesquisa de Lazarevic et al. [2010], são feitas comparações entre as formas de destinação (reciclagem, incineração e aterros sanitários) do plástico pós consumo na Europa e relatados seus impactos ambientais. A reciclagem se mostrou ambientalmente a

⁵ ABAL- Estatística da reciclagem no Brasil <<http://www.abal.org.br/estatisticas/nacionais/reciclagem/latas-de-aluminio/>>

⁶ BRACELPA- Informativo sobre a reciclagem de papel <<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/172>>

melhor opção de tratamento em comparação com a incineração.

Há publicações que relatam a reciclagem como uma opção de destinação adequada dos resíduos e importante meio de apoio dentro da gestão dos resíduos sólidos [DENG et al., 2011; TAO; XIANG, 2010; TAI et al., 2011; MI; LIU; ZHOU, 2010; MALAKAHMAD; KHALIL, 2011; LAZAREVIC et al., 2010]. Também, há aquelas que evidenciam os custos ambiental e econômico, como no caso da reciclagem do níquel [YANG; SHEN, 2010].

Segundo Moura [2011], os gestores públicos municipais precisam criar condições para a viabilidade da reciclagem, seja incentivando a formalização do trabalho de catadores, apoiando-os na formação de cooperativas e/ou dando suporte na infraestrutura dos locais e equipamentos, como também implantando programas de coleta seletiva. Moura [2011], destaca a necessidade de instalação de coletores de resíduos em locais selecionados, podendo ser caçambas ou contêineres. Nesta dissertação esses locais são denominados *ecopontos*.

Os resíduos eletroeletrônicos são destaque na gestão de resíduos sólidos. Devido à rápida mudança da tecnologia, à redução dos preços dos produtos e ao consumo crescente, há um descarte muito grande desse tipo de resíduo Araujo et al. [2012], Tao [2010], Ren e He [2010], Achilles et al. [2012], Phuc, Yu e Chou [2012]. Esses tipos de resíduos não podem ser descartados em locais impróprios por causa dos seus diversos tipos de componentes (perigosos e tóxicos) e por possuírem componentes potencialmente recicláveis e rentáveis, com metais valiosos [TAO, 2010; REN; HE, 2010; KUO, 2010; WANG et al., 2012; JANG, 2010]. Segundo Araujo et al. [2012] e o relatório da UNEP [2009], no Brasil há falta de dados confiáveis e consolidados sobre a geração e destinação dos resíduo eletroeletrônicos.

O AcheSeuEcoponto disponibiliza opções de consulta de ecopontos de resíduos secos (recicláveis), eletroeletrônicos, óleo de cozinha, baterias/pilhas, entulhos. O óleo de cozinha, apesar de não ser um resíduo sólido é contemplado na ferramenta, pois está no plano de coleta seletiva dos municípios adotados.

2.1.3 Contextualização de municípios adotados na gestão dos resíduos sólidos

Além de conhecer o contexto dos problemas enfrentados na GRS no Brasil e a realidade nacional da coleta seletiva e reciclagem, também é necessário conhecer a realidade de descarte de resíduos nos municípios adotados nessa pesquisa. Os dois principais municípios, Sorocaba e Itu, foram adotados tanto no mapeamento dos ecopontos quanto na análise dos dados coletados.

A realidade dos municípios investigados são bem distintas em alguns aspectos, como área territorial, tipo de economia local, número de habitantes, densidade demográfica, entre outros. Apesar das diferenças, eles apresentam alguns aspectos em comum, como, o programa de coleta seletiva, a parceria com cooperativas de triagem e a disponibilização de ecopontos municipais.

Cenário da cidade de Sorocaba

O município de Sorocaba, que está localizado na região Sudoeste do Estado de São Paulo, conta atualmente (2014) com mais de 22 mil empresas instaladas dentro de uma área de 449,8 km² e uma população total de 615.955 habitantes [SEADE, 2014].

O programa de coleta seletiva de Sorocaba foi iniciado em 1995 com a implantação de ecopontos e da coleta seletiva de resíduos comerciais e residenciais [SIMOES, 2012]. Atualmente, parte da população é atendida por um programa de coleta seletiva, onde os moradores separam os materiais considerados recicláveis em *bags* de 70 litros e ao invés de descartá-los junto com o lixo doméstico os entrega para as cooperativas de reciclagem, no sistema de "porta a porta".

As cooperativas são responsáveis por algumas regiões e passam nas residências semanalmente para retirar os materiais separados pela população [SIMOES, 2012]. A prefeitura, em conjunto com instituições privadas e cooperativas mantém contêineres de coleta voluntária dispostos em alguns pontos fixos e volantes na cidade. Os resíduos recolhidos pelas cooperativas são encaminhados às centrais de coleta, onde passam pelo processo de triagem e depois destinados aos núcleos responsáveis por determinado tipo de resíduo ou comercializados diretamente. Os rejeitos das cooperativas e os resíduos urbanos coletados pelas empresas de limpeza pública são encaminhados a um aterro sanitário particular, localizado no município de Iperó.

Sorocaba possui duas cooperativas, a CORESO e a Cooperativa CENTRAL (junção das cooperativas REVIVER e CATARES)⁷ e quatro núcleos de coleta e triagem que estão distribuídos em zonas da cidade. A Cooperativa Central é responsável pela coleta dos resíduos das regiões noroeste e central, enquanto que a Cooperativa CORESO é responsável pelas regiões leste, oeste e norte [SOROCABA, 2014].

Sorocaba contava em 2013 com 21 ecopontos destinados a coleta de resíduos de construção e há previsão para instalação de mais 14 ecopontos [SOROCABA, 2014]. Existe também os PEVs de pilhas e baterias nas Casas do Cidadão (cinco espalhadas na cidade) e vários LEVs de óleo de cozinha.

Cenário da cidade de Itu

A Estância Turística de Itu, em 2013, tinha 163.882 habitantes numa área de 639,58 km² [SEADE, 2014]. Sua economia advém de atividades turísticas, comerciais e industriais.

A coleta seletiva foi iniciada no município em 2000, pela Cooperativa de Materiais Recicláveis de Itu (COMAREI). A COMAREI realiza a coleta seletiva nas residências, de segunda à sábado, atendendo aos seis setores da cidade. Na rota de coleta destes setores,

⁷ Coleta seletiva de Sorocaba <<http://www.sorocaba.sp.gov.br/servicos/coleta-seletiva-de-sorocaba>>

estão incluídos os ecopontos municipais, as empresas e supermercados com contêineres fixos. A cooperativa, além de coletar os resíduos recicláveis comuns, também recolhe eletroeletrônicos, pilhas e baterias. Todos os resíduos coletados são transportados para as instalações da cooperativa, onde passam pelo processo de triagem e têm uma correta destinação. Os resíduos podem ser encaminhados à Associação da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), comercializados, ou quando considerados dejetos, dispostos ao aterro sanitário municipal.

O município possui o ecoponto São Judas, o maior e mais estruturado, para receber diversos tipos de resíduos (resíduos de construção, eletroeletrônicos, móveis velhos, podas de jardim, madeira e demais resíduos recicláveis), localizado próximo à cooperativa e diversos outros ecopontos. Também existem 2 PEVs de eletroeletrônicos e 6 PEVs de pilhas e baterias. Segundo a prefeitura de Itu, existe a previsão de instalação de mais 5 ecopontos nos próximos anos [ITU, 2013].

Síntese da GRS das cidades de Sorocaba e Itu

A Tabela 1 e Tabela 2 mostra o cenário da coleta e da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de Sorocaba e Itu no ano de 2012. Percebe-se na Tabela 1, que em Sorocaba a cobertura de atendimento as residências urbanas, realizado pelas cooperativas de reciclagem, é menor que 20%, ficando mais de 80% da população sem atendimento de coleta seletiva.

Tabela 1 – Indicadores da GRS dos municípios de Itu e Sorocaba em 2012 (a)

Cidade	População		População Atendida	
	Total	Urbana	Coleta seletiva	
	No.	No.	No.	(%)
Itu	156.983	146.923	120.000	81,7
Sorocaba	600.692	594.579	96.000	16,1

Fonte: [SEADE, 2014; SNIS, 2014; ITU, 2013; SOROCABA, 2014]

Tabela 2 – Indicadores da GRS dos municípios de Itu e Sorocaba em 2012 (b)

Cidade	Resíduos coletados (t/ano)							
	Total		Urbano		Coleta Seletiva		Reciclado	
	No.	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)	
Itu	59.419	56.727	95,5%	2.692	4,5%	2.493	4,2%	
Sorocaba	201.204	197.404	98,1%	3.800	1,9%	3.800	1,9%	

Fonte: [SNIS, 2014; ITU, 2013; SOROCABA, 2014]

Analisando os dados da Tabela 2, percebe-se que o município de Itu reciclou 4,2% do total dos resíduos coletados no ano de 2012 e o município de Sorocaba 1,9%. Em Itu foram coletados durante todo o ano 59.419 toneladas de resíduos, sendo que, desse total,

95,5% (56.727) são provenientes do serviço de coleta urbana e 4,5% (2.692) provenientes da coleta seletiva. Em Sorocaba foram coletados durante todo o ano 201.204 toneladas de resíduos, sendo que, desse total, 98,1% (197.404) são provenientes do serviço de coleta e 1,9% (3.800) provenientes da coleta seletiva [SNIS, 2014; ITU, 2013; SOROCABA, 2014].

A comparação do total coletado com o total de reciclado revela que a muito campo para o crescimento da coleta seletiva e que o aumento de um único ponto percentual nos índices de reciclagem seria significativo, pois por exemplo, no caso de Sorocaba, se o total de reciclado subi-se de 1,9% para 2,9% o aumento seria de mais de 50%.

2.2 TICs usadas no apoio à decisão na gestão dos resíduos sólidos

Segundo Simon [1997], criador da Teoria da Decisão, as organizações precisam ter maior preocupação com as decisões e depois com as ações decorrentes delas. A decisão é um processo complexo, onde se pode escolher uma entre várias alternativas candidatas e cada alternativa possui um conjunto de ações que visam alcançar um objetivo. A análise de decisão pode ser feita de forma que se encontre uma solução ótima ou ainda uma solução que seja a mais adequada para resolver o problema identificado [CHIAVENATO, 2003; ARAÚJO; ALMEIDA, 2009; SIMON, 1997].

Na gestão de resíduos sólidos estão envolvidos diversos tipos de *stakeholders*, como os gestores públicos (prefeito, secretário, ministro), os gestores ambientais, os empresários e órgãos fiscalizadores. As TICs, com suas ferramentas e sistemas, podem auxiliar esses *stakeholders* na tomada de decisão, lhes indicando as possíveis alternativas de soluções para os diferentes tipos de problemas no contexto de GRS e no atendimento das políticas públicas (PNRS).

O planejamento das políticas públicas envolvem ações a serem executadas a curto ou a longo prazo, que podem ser previstas com o uso de tecnologias de simulação de cenários futuros. No cenário mundial, há projetos de previsão do montante gerado de resíduos, que permitem planejar a destinação de verbas, selecionar e adequar técnicas de coleta e das estruturas de tratamento, além de prever a necessidade de novas instalações de destinação [DAI; LI; HUANG, 2011; ANTANASIJEVIC et al., 2013; XU; COORS, 2012].

Segundo Tachizawa [2011], as TICs criam novas formas de gestão, propondo um novo perfil de profissional, bem como uma comunicação mais rápida, um novo conceito de trabalho em equipe e uma mudança na interação de usuários.

Dentre as propostas de TICs adotadas na GRS se destaca os SIG, tecnologias que possibilitam a produção e análise das informações espaciais de forma rápida, clara e flexível, auxiliando os tomadores de decisão em relação ao planejamento da gestão dos resíduos sólidos [RADA; RAGAZZI; FEDRIZZI, 2013; LIN et al., 2010; FACCIO; PERSONA;

ZANIN, 2011].

As tecnologias SIG permitem que as interações espaciais sejam mais compreensíveis não somente aos especialistas, bem como aos tomadores de decisão da área de gestão pública e ambiental [PIRES; MARTINHO; CHANG, 2011b]. Ela também permite agilidade na captura, no armazenamento e na integração dos dados, disponibilizando-os aos gestores para análise em tempo real. Esses dados podem ser de ecopontos, de veículos de coleta dos resíduos, da população local e da destinação dos resíduos coletados nos ecopontos [DENG et al., 2011; ISLAM et al., 2012].

Em Portugal, foi desenvolvido um projeto que usa o SIG para definição de locais de ecopontos subterrâneos. Ele identifica locais ideais para a instalação de multicompartimentos de resíduos de coleta seletiva e as suas respectivas capacidades, procurando manter um equilíbrio entre a quantidade de compartimentos, o total da população e sua distribuição no espaço urbano, de modo que a menor quantidade de compartimentos atenda ao maior número de pessoas. Esse equilíbrio visa a redução do custo total de investimento e minimização da distância entre a população e os compartimentos de coleta [TRALHAO; RODRIGUES; ALMEIDA, 2010].

Segundo Lewis e Ogra [2010], o uso do SIG pode contribuir para melhoria da governança urbana. Essa tecnologia auxilia no processo de tomada de decisão na gestão e planejamento municipal, possibilitando uma abordagem integrada da prestação de serviço, abrangendo temas como redução da duplicidade das obras, melhorias da receita, gestão das propriedades urbanas, tributação de imóveis, controle do trânsito e do transporte, planejamento e desenvolvimento urbano (plano diretor), gestão de resíduos sólidos, controle das favelas, *design* urbano, mobilização dos recursos financeiros, zoneamento, uso e gestão da terra, infraestrutura e gestão de serviços públicos (água, esgoto, iluminação pública), desenvolvimento de projetos e transparência das informações.

O SIG integrado a outras tecnologias, como a da Identificação por Rádio Frequência (RFID- *Radio Frequency Identification*), permite o monitoramento e o rastreamento dos produtos industrializados pós consumo. Esse controle é importante para as empresas que procuram realizar uma logística reversa eficiente [TRAPPEY; TRAPPEY; WU, 2010]. Um exemplo de sistema proposto, em Taiwan, para ajudar na logística reversa é o que integra a tecnologia SIG com métodos estatísticos e de otimização matemática, auxiliando na determinação de pontos extras de coleta de recicláveis e na verificação da quantidade mínima de atendimento da população local em relação a distância dos pontos e da demanda de coleta da região [LIN et al., 2010]. Lin et al. [2010] coloca "a insuficiência de locais de armazenamento da reciclagem podem desencorajar a participação da população".

Os autores Islam et al. [2012], Hannan et al. [2011], Tao e Xiang [2010], Kanchanabhan et al. [2011] descrevem propostas do SIG integrados com outras tecnologias, como por RFID, GPS e câmeras. Entre essas propostas, pode-se exemplificar, projetos

de rastreamento e monitoramento do trajeto de coleta, dos contêineres e da destinação, além da criação automática de novas rotas de coleta. As tecnologias integradas também permitem diversos tipos de controles, como por exemplo: controle de tempo; controle do custo operacional (combustível e manutenção); e controle dos custos ambientais (emissão de gases tóxicos e poluição sonora) [FACCIO; PERSONA; ZANIN, 2011].

No SIG existem as geotecnologias que contribuem para a geração de bases cartográficas digitais e no processamento de informações espaciais, mostrando-se importantes no contexto da gestão de resíduos sólidos na exibição de mapas interativos e dinâmicos.

Em atendimento da demanda de acesso das informações geoespaciais, seja por parte dos gestores ou indivíduos da sociedade, são necessários servidores de mapas digitais atualizados periodicamente. Os Servidores de Mapas via Internet (SMI) permitem aos usuários uma interação direta com as informações espaciais disponibilizadas, além da transmissão rápida dessas informações e dos fenômenos ambientais. Pode-se citar como fenômenos ambientais, a estiagem em determinadas regiões, áreas com contaminação do solo e as regiões carentes de pontos de descarte de resíduos sólidos.

Segundo Pimenta et al. [2012], o advento da Internet permitiu "a disseminação de dados de forma ampla e para um público heterogêneo". Também, é descrito na publicação do INPE, que a *Web* "se tornou uma das mídias mais importantes e preferidas para disseminação de informações", na qual evoluiu de páginas estáticas para páginas com conteúdos dinâmicos e que os principais fornecedores de SIG estão investindo em ferramentas para construção de aplicações via *Web* [INPE, 2006].

Atualmente existem diversas empresas como a Google, Microsoft e Yahoo que oferecem SMI (Google Maps, Bing Maps, Yahoo Maps), e também instituições de ensino em parceria com instituições de pesquisa espaciais (como a NASA) que desenvolvem soluções livres (*open source*), como por exemplo o MapServer para criação de aplicações geoespaciais para *Web* e a biblioteca OpenLayers para disponibilização de dados geográficos em mapas [PIMENTA et al., 2012].

Há uma série de bibliotecas disponíveis para as linguagens JavaScript, Java e PHP com funções de geoprocessamento, como é o caso do cálculo de distância geográfica (Geolib) e conversões de coordenadas geográficas. Essas bibliotecas tornam viável o desenvolvimento de aplicações que envolvam conhecimento da área geoespacial, mesmo aos pesquisadores que não tenham domínio dessa área.

A própria evolução do HTML5 e da biblioteca JQuery trouxeram funcionalidades para tratamento de geolocalização e georreferenciamento, fomentando ainda mais as pesquisas e o desenvolvimento de aplicações nesse contexto. Pode-se citar também, o *Open Geospatial Consortium* (OGC), que promove o desenvolvimento de tecnologias geoespaciais e especificações de padrões, como da troca de dados e linguagem de marcação geográfica

(LMG, em inglês KML *Keyhole Markup Language*).

Nesse projeto de mestrado são utilizadas as geotecnologias, como os SMI, tecnologias *Web* de geoprocessamento e georreferenciamento para atingir os objetivos propostos. As tecnologias de rede social também foi utilizada e será descrita na Subseção 2.2.1.

Para alcançar o objetivo específico, de coleta e análise de dados foi utilizada a tecnologia de análise de domínio *Web*, o *Google Analytics*, serviço disponibilizado pela empresa Google⁸. Segundo a INFORMS⁹, o processo analítico é muito importante para todas as organizações, capaz de trazer melhorias nos processos e minimização dos custos, de forma que com esse processo é possível a transformação de dados em conhecimento para auxiliar os gestores na tomada de decisão.

2.2.1 Redes Sociais

Segundo Pimentel e Fuks [2011], "as redes sociais na *Web* são ambientes virtuais onde os participantes interagem com outras pessoas e criam redes baseadas em algum tipo de relacionamento". Marteleto [2001] destaca que essas redes são formadas por indivíduos ou grupos que têm uma relação em comum e que podem se organizar em torno de interesses ou valores em comum, de forma compartilhada.

Pimentel e Fuks [2011] evidenciam a figura do "novo ser humano", que passa a ser digital e deixa de ser reconhecido somente pela sua aparência física, tendo também identidade vinculada a um perfil nas redes sociais.

A rede social possibilita a interconexão e interação das pessoas em um espaço de relacionamento social diferente, pois há a mudança do ambiente físico para o virtual [PINHO, 2008]. Essas redes atendem a determinados interesses dos usuários e são segmentadas por afinidades, que podem ser de compartilhamento de informações e mídias (vídeos, músicas ou imagens), de entretenimento ou mesmo para fins profissionais. São exemplos as redes Facebook, LinkedIn, FourSquare, Twitter, Instagram entre outras apresentadas na Figura 10.

Segundo Pimentel e Fuks [2011, 60], é possível medir o impacto e alcance das redes sociais e dessa maneira avaliar sua influência. Como as relações humanas podem ser representadas por um grafo (sociograma) se torna possível fazer análises e obter informações visuais e matemáticas do relacionamento dos nós, como analisar a similaridade e proximidade desses nós. Na análise das conexões se verifica a centralidade, popularidade e densidade do nó no contexto da rede social.

Em 2011, no Brasil, conforme mostrado na Figura 10, as redes com mais usuários eram o Messenger e o Orkut, com 27,4 e 24 milhões de usuários respectivamente. Em

⁸ Google <<http://www.google.com/intl/pt-BR/about/company/>>

⁹ *The Institute for Operations Research and the Management Sciences* <<https://www.informs.org/>>

setembro de 2014, a rede Orkut parou com seus serviços e a rede social mais popular no Brasil é o Facebook, passando de 9,6 para 89 milhões de brasileiros¹⁰ [PIMENTEL; FUKS, 2011]. Esse número de usuários representa mais de 44% da população brasileira.

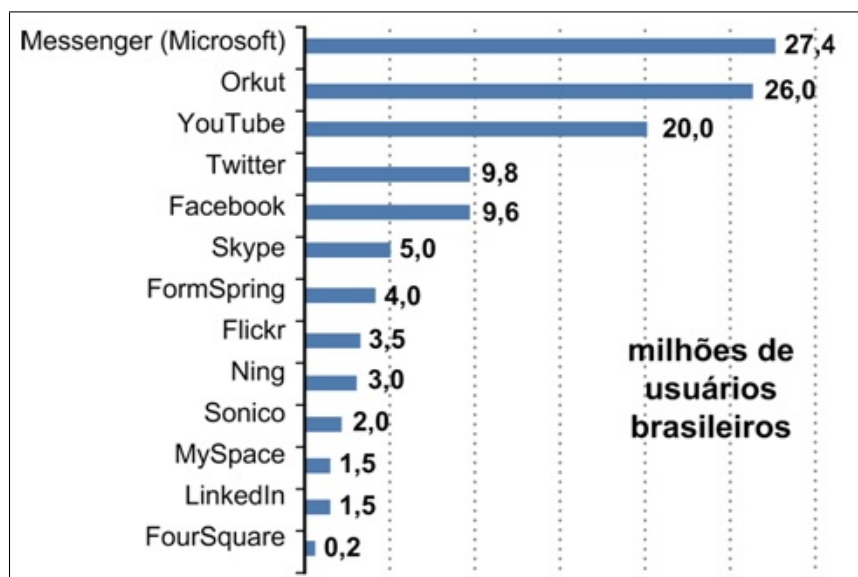


Figura 10 – Distribuição de uso das Redes Sociais no Brasil em 2011 [PIMENTEL; FUKS, 2011]

Essas redes possibilitam uma colaboração em massa em diferentes movimentos sociais, atingindo pessoas de todos os níveis econômicos, de localidades e faixa etária distintas. Esse meio de colaboração e de comunicação permite que as pessoas disseminem as informações de maneira mais rápida e atingindo um grande número de pessoas. Ao transmitir e compartilhar uma informação na rede social, como por exemplo no Facebook, se atingirá o usuário de destino, seus conhecidos diretos (parentes e amigos) e na sequência outros usuários conhecidos que eles tenham, como um efeito em cascata.

Segundo Tara [2010], as redes sociais podem ser usadas como ferramentas poderosas para resolver problemas da comunidade e das organizações sem fins lucrativos, sendo que, por meio delas, possibilita o envolvimento e conscientização das pessoas sobre um determinado assunto, além de proporcionar contatos com projetos sociais. O envolvimento das pessoas nos projetos sociais são um tipo de ação coletiva orientada para mudanças, na qual a coletividade das pessoas é dirigida de modo não hierárquico [MARTELETO, 2001]. Pimentel e Fuks [2011] também descrevem que "as redes sociais passaram a auxiliar a resolução de problemas do mundo real", por meio do armazenamento e da difusão do conhecimento, conectando pessoas desconhecidas e promovendo encontros presenciais para estabelecer parcerias.

¹⁰ Usuário do Facebook <<http://www.meioemensagem.com.br/home/midia/noticias/2014/08/22/Facebook-tem-89-milhoes-de-usuarios-no-Brasil.html>>

Devido as redes sociais permitirem a disseminação de informações, elas também podem auxiliar na divulgação de informações quanto ao descarte adequado dos resíduos sólidos e de projetos ambientais existentes. Podem-se citar os projetos ambientais realizados na comunidade local, como a fabricação de sabão ecológico e os cursos de agentes ambientais, promovidos pelas cooperativas de triagem, de Sorocaba e Itu. Esses projetos precisam ser divulgados para conseguir apoio financeiro e pessoas envolvidas para sua realização.

As redes sociais integradas a outras tecnologias, como as geotecnologias, auxiliam na divulgação de problemas ambientais, estruturais e sociais dos municípios. São exemplos, o projeto Fogo no Barraco¹¹, que é uma ação de rastreamento de incêndios ocorridos nas favelas de São Paulo, o Cidade Reclama¹² e o Alegre.cc¹³, que orientam a população dos municípios de São Paulo e Porto Alegre, quanto aos problemas da cidade, por meio do mapeamento de diversos tipos de reclamações (buracos, enchentes, iluminação pública, entre outros).

No Brasil também existem redes sociais criadas exclusivamente para a conscientização ambiental, como o caso da Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis¹⁴, com o objetivo de trocar informações entre seus integrantes e apoiar as experiências de desenvolvimento sustentável das cidades.

2.3 Projetos relacionados

A conclusão da revisão sistemática delimitou o foco da pesquisa dessa dissertação. As geotecnologias e tecnologias *Web* são a base do desenvolvimento da ferramenta AcheSeuEcoponto, dedicada a orientação do descarte adequado dos resíduos. A partir desse foco foram pesquisados sistemas semelhantes no Brasil. Inicialmente, em 2013, foi encontrado o **Rota da Reciclagem**, que apresentava na época uma versão com menos funcionalidades em relação à nova versão disponibilizada em setembro de 2014. Também foram encontradas, em maio de 2014, o **Levpet** da ABIPET e em setembro de 2014, o **Recicloteca** e o **Recycle RJ**.

Nessa seção serão descritos projetos semelhantes a essa proposta da dissertação. A descrição contém as funcionalidades dos projetos e a avaliação da usabilidade, com o uso das heurísticas propostas por Nielsen [1995], tendo como resultado final um quadro comparativo dos projetos. uma breve descrição das heurísticas está no Anexo A.

¹¹ Fogo no Barraco <<http://fogonobarraco.laboratorio.us/>>

¹² Cidade Reclama <<http://www.cidadereclama.com.br/>>

¹³ PortoAlegre <<http://portoalegre.cc/>>

¹⁴ Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis <<http://rededecidades.ning.com>>

2.3.1 Rota da Reciclagem

O site **Rota da Reciclagem** da Tetra Pak¹⁵, empresa do setor privado, oferece para o usuário um recurso que mostra os locais de descarte das embalagens longa vida pós-consumo e de outros materiais recicláveis, auxiliando a empresa no cumprimento da legislação da logística reversa [IPEA, 2012b].

O site contém as seguintes funcionalidades: exibição de um mapa com todos os locais de descarte cadastrados; opção de digitação do endereço do usuário e seu posicionamento no mapa; opção de escolha da entidade de descarte, com a qual o usuário deseja traçar a rota (**Cooperativa**, **Pontos de Comércio de Materiais** ou **PEV**); exibição da rota de trajeto do usuário até uma cooperativa ou PEV mais próxima; divulgação de informações sobre reciclagem; link para a página da **Rota da Reciclagem** da rede social Facebook e cadastro de novos locais de descarte (que serão analisados pelo site).

Os usuários podem informar um novo local de descarte, enquadrando-o como **Cooperativa**, **Pontos de Comércio de Materiais** ou **PEV**. Na inclusão de um novo local não é possível escolher os tipos de resíduos que esse local receberá. Todos os locais cadastrados ficam discriminados como pontos de coleta de embalagem longa vida, metal, papel, plástico e vidro, mesmo não recebendo todos esse tipos de resíduos. Não há a opção de cadastrar locais de coleta de eletroeletrônicos, óleo de cozinha, entre outros.

Nas pesquisas realizadas no site, dos municípios de Sorocaba, Itu e Votorantim, foram encontradas informações desatualizadas e incompletas dos locais de descarte. A descrição dessas pesquisas, dos problemas e das violações heurísticas estão descritas no Apêndice B.

2.3.2 Recicloteca

O projeto **Recicloteca-Centro de Informações sobre a Reciclagem e Meio Ambiente**¹⁶, concebido e mantido pela ONG Ecomarapendi, objetiva difundir informações ambientais com foco nos 4Rs. Esse projeto é um portal que agrega informações desde o consumo consciente da água até oficinas de criação de brinquedos com materiais recicláveis, além de orientar a agricultura familiar e ter diversos vídeos sobre reciclagem e sustentabilidade.

No portal, a orientação quanto ao descarte de resíduos aparece como um recurso a mais dentre as publicações, cursos e projetos disponíveis. Devido a grande quantidade de *links* e informações na página inicial, o recurso de localização não aparece em destaque no site.

A Recicloteca apresenta um mapa com os pontos de descarte localizados em algumas

¹⁵ Rota da reciclagem <<http://www.rotadareciclagem.com.br>>

¹⁶ Recicloteca <<http://www.recicloteca.org.br/>>

regiões e cidades do Brasil, mas não tem funcionalidades de traçado de rota, localização do ponto de descarte mais próximo, ou mesmo consulta por tipo de ecoponto.

Na consulta por pontos de descarte dos municípios adotados verificou-se o cadastro de apenas um ecoponto, do município de Sorocaba, e este ainda apresentava informações erradas. A descrição dos problemas e das violações heurísticas estão no Apêndice B.

2.3.3 Recycle RJ

O **Recycle RJ**¹⁷ é uma iniciativa promovida por alunos para ajudar a população da cidade do Rio de Janeiro a encontrar os pontos de descarte de resíduos. O usuário escolhe o tipo de material que deseja descartar (plástico, vidro, metal, madeira, óleo, cartucho de tinta, roupas, eletrônico e livros) e é direcionado para uma nova janela, que contém um mapa com os pontos de descarte do resíduo selecionado.

Existe a funcionalidade de identificação da posição atual do usuário, que poderá ser aceita ou não. Esse recurso permite a identificação de forma rápida dos pontos próximos a localização. O Recycle RJ também permite que os usuários cadastrem novos pontos de descarte no município do Rio de Janeiro.

Como algumas funcionalidades estão distribuídas pelas janelas há um prejuízo na eficiência de uso. O usuário deve efetuar várias interações para se chegar a opção desejada, que não estão ordenadas logicamente. Os problemas detectados estão descritos no Apêndice B.

2.4 Sumário

Neste capítulo foram abordados alguns conceitos de maior relevância para a construção da dissertação, dentre eles: o problema da gestão de resíduos sólidos, estatística e legislação vigente desse problema no Brasil; contextualização da realidade dos municípios adotados nesse projeto; as TICs usadas no apoio a gestão dos resíduos; os principais conceitos de redes sociais e os projetos semelhantes ao proposto. A seguir é apresentada uma síntese e comparação dos projetos relacionados.

A Tabela 3 apresenta um quadro comparativo da **Rota da Reciclagem com o Recicla RJ e o Recicloteca**. As características relacionadas a interface, disponibilidade de aplicativo para dispositivos móveis, setor vinculado, responsáveis pela catalogação dos ecopontos, abrangência e funcionalidades foram selecionadas para a comparação.

Observando a Tabela 3 nota-se que tanto a Rota da Reciclagem quanto o Recycle RJ permitem a inclusão voluntária dos pontos de descarte. Todos os projetos apresentam os pontos de descarte de associações comerciais mapeados. Esses projetos não contemplam

¹⁷ Recycle RJ <<http://windcom.com.br/reciclerj/>>

Tabela 3 – Síntese da análise dos projetos semelhantes

Características	Rota da Reciclagem	Recicloteca	Recycle RJ
Setor (propósito)	Privado (atender a logística reversa)	ONG (orientação ambiental)	Privado (orientação de descarte)
Abrangência	Nacional	Nacional	Municipal (RJ)
Vinculado a prefeituras	Não	Não	Não
Permite inserção de novos pontos de descarte	Sim	Não	Sim
Possui pontos de comércio de reciclagem	Sim	Sim	Sim
Disponibiliza informações sobre ecopontos	Poucas	Poucas	Poucas
Informações atualizadas	Não	Não	-
Conexão com redes sociais	Sim	Sim	Não
Exibe rota do trajeto	Sim	Não	Não
Permite escolha do meio de locomoção	Não	Não	Não
Pesquisa por proximidade	Sim (dentro e fora do município)	Não	Não
Delimita raio de proximidade	Não	Não	Sim
Rastreamento de posição	Não	Não	Sim
Permite entrada de endereço	Sim	Sim	Não
Recurso de autocomplementar	Sim, com limitações	Não	Não
Permite múltipla seleção de tipos de resíduos na pesquisa	Não	Não	Não
Agrupamento de marcadores	Não	Não	Não
Acesso direto no site	Sim	Não	Sim
Permite consultar pontos de eletroeletrônicos, óleo de cozinha, entre outros	Não	Não	Sim
Difunde informações ambientais	Sim	Sim	Não
Opções de consulta	Sim (cooperativas, comércios, PEV) – Exibe sempre todos	Não	Sim (papel, plástico, vidro, metal, madeira, óleo, cartucho de tinta, roupas, eletroeletrônico, livros)
Versão para dispositivos móveis	Sim	Não	Não
Somente exibe os pontos pesquisados	Não	Não	Sim
Interface Web	Não segue padrão em todas as janelas, possui erros nas funcionalidades, não oferece ajuda no processo, possui resultados de retornos inesperados	Difícil identificação do ponto mais próximo quanto ao tipo de resíduo pesquisado. Não possui diferenciação dos ícones quanto ao tipo de resíduo ou local e não oferece ajuda ao processo	Não segue padrão. Precisa percorrer várias etapas para executar uma funcionalidade. As funcionalidades estão espalhadas. Não oferece ajuda.
Heurísticas violadas	H1, H2, H4, H5, H6, H8, H9	H1, H5, H6, H7, H8, H9 e H10	H3, H4, H5, H6, H8, H9 e H10
Endereço do site	www.rotadareciclagem.com.br/index.html	www.recicloteca.org.br/pontos-de-reciclagem	windcom.com.br/reciclerj/

cadastros ou atualizações dos ecopontos das cidades adotadas nessa dissertação. Há disponibilização de informações incompletas ou erradas sobre os pontos de descarte, incluindo os tipos de resíduos que o local recebe. Percebe-se também que não são permitidas consultas por pontos que recebam mais de um tipo de resíduo, ou por diversos tipos de resíduos ao mesmo tempo.

Na análise das funcionalidades, o projeto que apresenta maior número de funcionalidades é o Rota da Reciclagem. O que apresenta menos funcionalidades, com foco na identificação do local de descarte adequado, é o Recicloteca, porém este também apresenta maior aprofundamento quanto às questões de sustentabilidade e aos 4Rs.

Quanto a interface todos os projetos apresentam problemas de usabilidade e violam pelo menos sete das dez heurísticas propostas por Nielsen [1995]. Entre as violações comuns aos projetos estão a falta de padronização, retorno de execução contrário ao esperado, poluição visual do mapa e dificuldade de identificação dos pontos de descarte próximos, falta de recursos para ajudarem na interação (como na identificação do endereço de origem do usuário), falta de mensagens de erro e orientação para o usuário, e facilidade de visualização dos recursos disponíveis.

A ferramenta proposta, AcheSeuEcoponto, comparada aos projetos descritos, apresenta funcionalidades semelhantes, tais como: exibição de mapa com os locais de descarte de resíduos georreferenciados; georreferenciamento da posição de origem no mapa, por meio da digitação do endereço do usuário ou da sua geolocalização; pesquisas com opções de filtro; traçado de rota do usuário até o ponto de descarte mais próxima; orientação e divulgação de informações do descarte adequado e integração com redes sociais.

Um dos diferenciais do AcheSeuEcoponto está no princípio que conduz o desenvolvimento da ferramenta, que é de ser uma ferramenta destinada ao órgão público municipal para a GRS. Os gestores públicos municipais devem ser os responsáveis pelo cadastro e atualização dos pontos de descarte e terão um módulo estratégico, permitindo a visualização do cenário geoespacial dos pontos de descarte, das áreas carentes de pontos de descarte e dos tipos de ecopontos mais procurados. A explicação detalhada do diferencial e da ferramenta está no Capítulo 3.

3 AcheSeuEcoponto

Nesse capítulo é descrita a ferramenta **AcheSeuEcoponto**, apresentada como objetivo geral dessa dissertação. O propósito dessa ferramenta computacional é auxiliar a população e aos gestores públicos na questão da destinação adequada dos resíduos sólidos. Esse capítulo também apresenta as soluções adotadas para atender aos objetivos específicos de orientar a população quanto a existência de pontos de descarte adequados, e ao de definir funcionalidades que atendam aos usuários e aos gestores.

A Seção 3.1 foi desenvolvida para compreensão dos princípios que nortearam o desenvolvimento da ferramenta. A Seção 3.2 descreve os objetivos geral e específicos da ferramenta. A descrição da arquitetura e a integração entre os módulos são detalhadas na Seção 3.3. Na Seção 3.4 é descrita a implementação do protótipo funcional, juntamente com as tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento.

3.1 Princípios de projeto do AcheSeuEcoponto

A ferramenta proposta foi norteada por dois princípios principais, descritos nos capítulos anteriores, que são:

- para ajudar a minimizar os problemas relacionados à destinação inadequada dos resíduos sólidos, procurando auxiliar dessa maneira no atendimento das diretrizes da PNRS, são importantes sistemas e ferramentas que incorporem as tecnologias SIG.
- a população para compreender um pouco mais sobre o contexto da destinação dos resíduos sólidos precisa ser comunicada e conhecer tanto o problema como as alternativas de soluções. Um meio de transmissão rápida da informação e de envolvimento das pessoas nessas questões ambientais são as tecnologias *Web*, que incluem as redes sociais.

Conduzida por esses princípios desenvolveu-se a ferramenta **AcheSeuEcoponto**, constituída por uma **arquitetura** e um **protótipo funcional**, usado para validação da proposta.

A Figura 11 ilustra os elementos que nortearam o projeto dessa proposta, onde se pode observar que uma alternativa de solução para o problema da GRS está no emprego das tecnologias SIG, as geotecnologias, integradas ao poder da disseminação da informação das tecnologias *Web*.

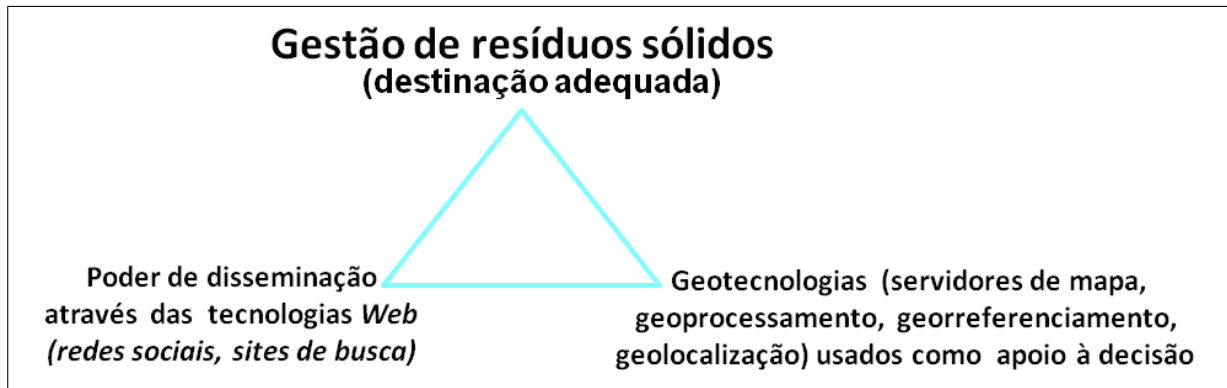


Figura 11 – Base da arquitetura AcheSeuEcoponto

Outro princípio do AcheSeuEcoponto é que ele será alimentado pelos poderes executivos dos municípios, que ficarão responsáveis pelo cadastro e atualização dos pontos de descarte, conferindo a característica de integridade à informação disponibilizada ao usuário.

Segundo o relatório de pesquisa do IPEA [2012a, 16], a divulgação dos pontos de descarte é uma ação importante para a PNRS, mas mostra a preocupação das informações veiculadas. O relatório revela preocupação com uma possível baixa adesão da população às iniciativas que estimulam a reciclagem e a coleta seletiva. Afirma também que os *sites* devem ter informações claras, precisas e atualizadas, e que é essencial a participação e o respaldo de órgãos governamentais, federal, estadual ou municipal, para que as informações veiculadas sejam fiscalizadas e monitoradas.

O IPEA [2012a, 37] ainda relata a preocupação quanto a essas informações divulgadas acabarem induzindo a população a destinar de maneira inadequada os resíduos:

Destinações estas que podem incluir instituições ou mesmo associações ou cooperativas em desconformidade com a legislação ou envolvidas com questões relacionadas à poluição ou, até mesmo, a crimes ambientais ou sociais, como, por exemplo, uso inadequado de áreas protegidas, poluição de efluentes, exploração ou uso de mão de obra escrava, entre outros [IPEA, 2012a, 37].

3.2 Objetivo da ferramenta

A ferramenta AcheSeuEcoponto tem como objetivo principal fornecer informações estratégicas aos gestores e ajudar a população a encontrar os pontos de descartes adequados para seus resíduos, tais como os pontos de coleta de recicláveis.

Ela também possui os seguintes objetivos específicos: divulgar os ecopontos legalizados do município; ajudar a população a encontrar o ecoponto mais próximo; facilitar a consulta e visualização de ecopontos; conduzir a população a realizar o menor trajeto

até o ponto de descarte; permitir a difusão das informações dos pontos de descarte e da ferramenta; contribuir com informações que auxiliem os gestores na identificação dos tipos e das áreas carentes de ecopontos; permitir aos gestores o controle, monitoramento e acesso às informações geoespaciais dos ecopontos; fornecer relatórios estratégicos aos gestores.

Para atingir os objetivos foram projetadas e desenvolvidas algumas funcionalidades, como:

- de cadastro e mapeamento dos ecopontos (georreferenciamento);
- de identificação de ponto de origem (geolocalização);
- de pesquisa por tipo de ecoponto(geoprocessamento);
- traçado de rotas (geoprocessamento);
- de compartilhamento por meio das redes sociais;
- de coleta de dados; e
- estratégicas.

3.3 **Arquitetura do AcheSeuEcoponto**

A arquitetura da ferramenta AcheSeuEcoponto foi projetada em quatro módulos: **Módulo de Geotecnologias**, **Módulo Estratégico**, **Módulo de Persistência** e **Módulo Redes Sociais**.

Os atores da ferramenta são o **usuário** e o **gestor**. O usuário pode ser qualquer cidadão que resida no município, incluindo um comerciante ou empresário (pessoa jurídica ou física), que precise descartar resíduos sólidos ou saber informações sobre os ecopontos.

O ator **gestor** é enquadrado como qualquer gestor público ou ambiental que possa interceder pela questão de gestão de resíduos sólidos. Como exemplo, um prefeito ou secretário municipal que tem autoridade para a criação de ações ambientais e ecopontos municipais. Os gestores públicos podem ser da esfera municipal, estadual ou federal. Ainda existem os assessores dos gestores públicos e os gestores ambientais que podem ser de organizações não governamentais como da ONU ou do Compromisso Empresarial com a Reciclagem (CEMPRE), que estão preocupados e comprometidos com a redução dos resíduos gerados e destinados de forma inadequada.

A Figura 12 mostra a integração entre os módulos. Os dados dos ecopontos e suas coordenadas geográficas são armazenados pelo Módulo de Persistência, assim como outros dados dos usuários que fazem uso da ferramenta. Esses dados são utilizados pelo Módulo de Geotecnologias para a realização do mapeamento dos ecopontos e para as consultas dos

usuários. O compartilhamento dessas informações será feito a partir do Módulo de Redes Sociais. Por fim, a coleta dos dados dos usuários e das consultas realizadas por eles são utilizadas no Módulo Estratégico para gerar relatórios e outras análises de interesse dos gestores.

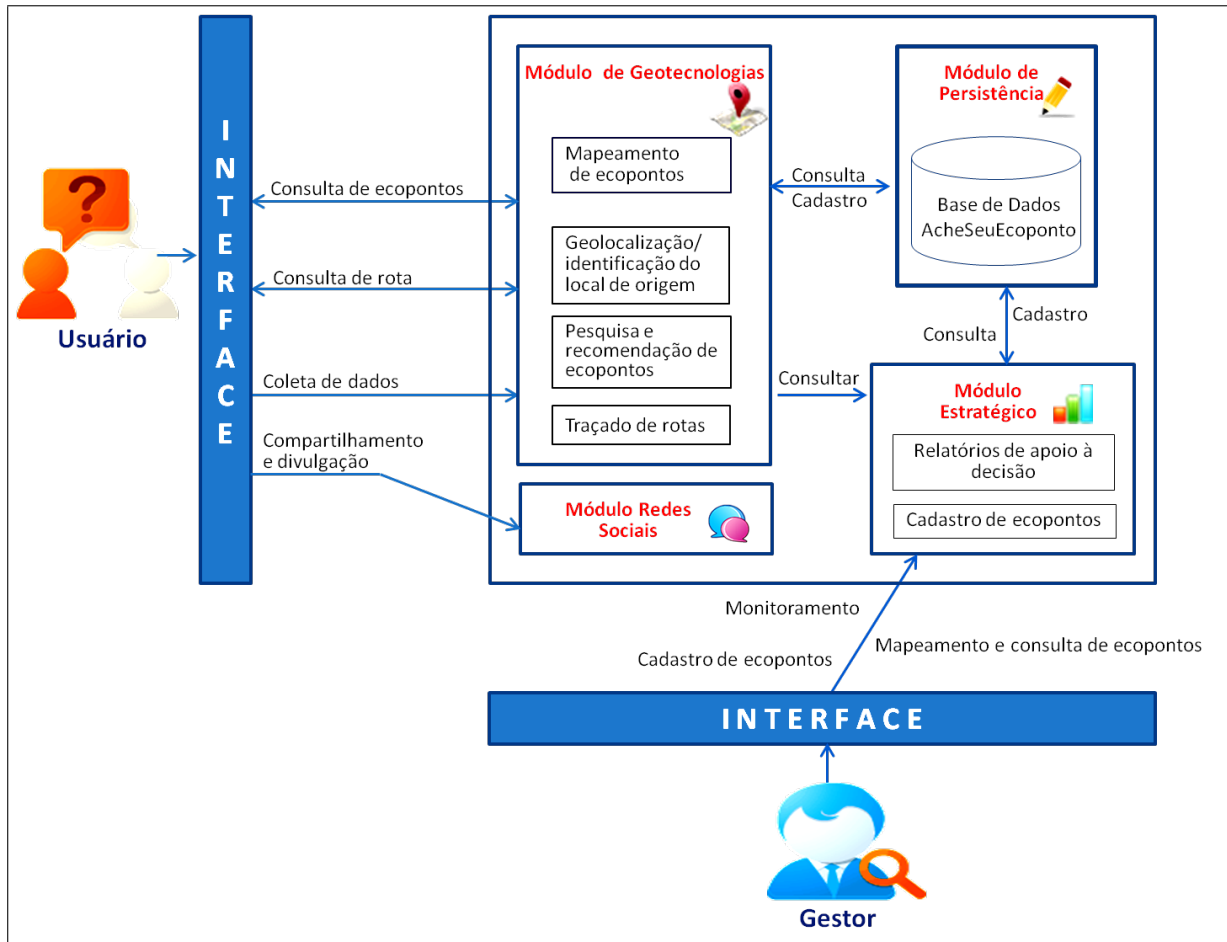


Figura 12 – Arquitetura da ferramenta AcheSeuEcoponto

O módulo principal é o da Geotecnologias, devido à maioria das funcionalidades serem dependentes de ações que ocorrem nele, relacionadas à geolocalização, o georreferenciamento e o geoprocessamento.

A funcionalidade de geolocalização serve para a identificação das coordenadas geográficas do usuário. Essa identificação é utilizada pela função do georreferenciamento para estabelecer a localização de origem no mapa (localização atual do usuário). Por meio do geoprocessamento é possível determinar as distâncias dos ecopontos, já georreferenciados, permitindo a identificação do ponto de descarte mais próximo.

O processo de disseminação/divulgação está atrelado ao Módulo de Redes Sociais. A partir das redes sociais há o processo de interação entre as pessoas, permitindo que os munícipes tomem conhecimento e divulguem aos seus amigos os pontos de descartes adequados, projetos sociais e ambientais das cooperativas, assim como também, recomendem

e divulguem a ferramenta AcheSeuEcoponto.

O Módulo Estratégico tem dependência do Módulo de Persistência devido à necessidade de extração das informações adquiridas do perfil do público e dos resultados das pesquisas obtidas e armazenadas nesse módulo.

O gestor realiza o cadastro dos pontos de descarte no Módulo Estratégico, sendo que o georreferenciamento do ecoponto é realizado no Módulo de Geotecnologias. Ao final, o armazenamento desses dados ocorrerá no Módulo de Persistência.

Os gestores, mediante o Módulo de Geotecnologias, também têm acesso às informações geoespaciais dos ecopontos e das áreas carentes, resultantes das pesquisas realizadas pelo usuário.

Por meio das requisições de consulta dos ecopontos é possível diagnosticar áreas carentes de pontos de descartes de determinados resíduos e quais são os tipos mais procurados pelo usuário. O gestor de posse dessas informações pode analisar a necessidade de instalação de novos ecopontos, por exemplo em municípios que não tenham área de descarte de pneu, entulho ou móveis velhos.

As empresas juntamente com os gestores podem explorar o Módulo Estratégico para atender a legislação vigente (Logística Reversa e Responsabilidade Compartilhada), como o caso das empresas fabricantes de pneus, responsáveis pela coleta dos seus produtos após consumo. Elas podem analisar, junto aos gestores públicos, as localizações dos ecopontos destinados à coleta dos seus materiais. Como exemplo, as empresas que criam os PEV/LEV com o objetivo de coletar seus resíduos.

3.4 Protótipo funcional e TICs empregadas

Para a concretização da pesquisa foi necessário o desenvolvimento de um protótipo funcional. Esse protótipo contempla as funcionalidades projetadas nos módulos e foi utilizado para validação da proposta. Ele pode ser acessado pelo endereço www.acheseuecoponto.com.br.

Inicialmente, serão descritas as funcionalidades gerais da ferramenta, desde o cadastro do ecoponto até a sua recomendação, e posteriormente, serão descritas as funcionalidades estratégicas. Para compreensão das funcionalidades do protótipo em relação a seus atores usuário e gestor, são demonstrados os seus respectivos fluxogramas.

Conforme pode ser observado no fluxograma da Figura 13, o usuário interage com a ferramenta desde a coleta dos seus dados até a divulgação das informações. No decorrer do processo de interação ele poderá ter sua localização identificada e ainda identificar e pesquisar pontos de descarte, a partir dos recursos disponíveis.

A Figura 14 apresenta o fluxograma do ator gestor, ilustrando os recursos oferecidos

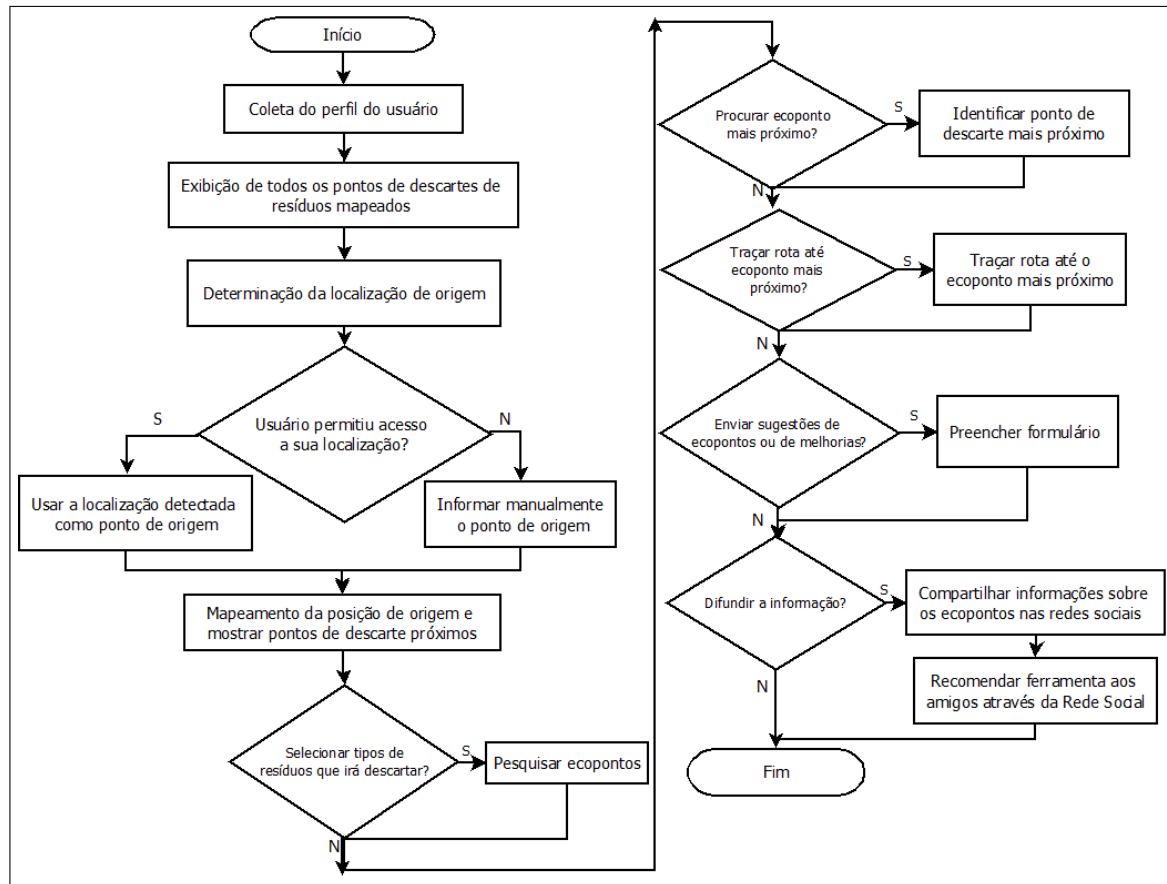


Figura 13 – Fluxograma do ator Usuário

pela ferramenta para o gerenciamento dos pontos de descarte.

Para a realização de testes e validação da ferramenta foi alimentada a base de dados com os ecopontos fornecidos pelos municípios. Atualmente a sua abrangência de mapeamento é limitada ao estado de São Paulo, mas foi projetada para ser expandida nacionalmente, servindo para todos os municípios da federação.

A ferramenta *AcheSeuEcoponto* pode ser acessada tanto em plataforma *desktop*, *notebook* quanto em plataforma móvel (celulares, *tablets*). Ela também pode ser executada nos principais sistemas operacionais, tais como o Windows, Linux, Unix ou Mac OS.

Na construção do protótipo funcional, optou-se por adotar geotecnologias e tecnologias *Web open source*. Para a execução das suas funcionalidades é necessário ter conexão com a Internet e um navegador *Web (browser)*, pois eles tem integração com redes sociais, são constituídos de APIs (*Application Programming Interface*) que precisam de atualização a cada interação, fazem consultas ao servidor de mapas *Google Maps* e ao servidor de banco de dados hospedado no provedor *Web*.

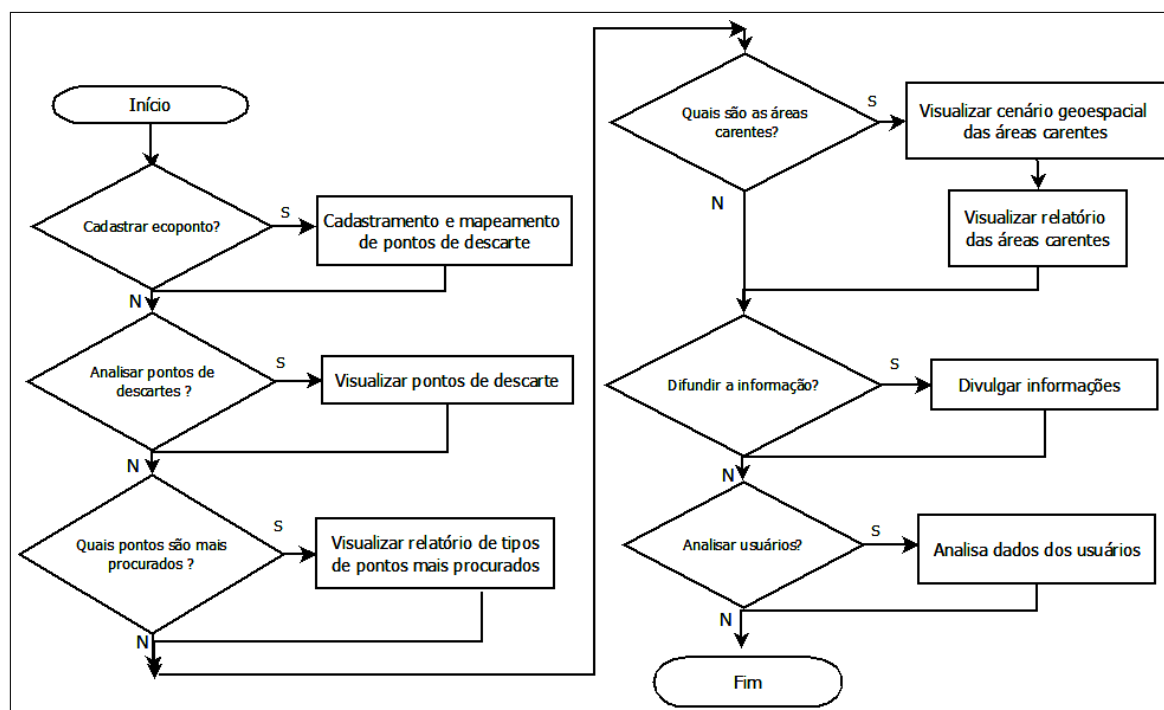


Figura 14 – Fluxograma do ator Gestor

3.4.1 Funcionalidade de cadastro e mapeamento dos ecopontos

Inicialmente o ator gestor realiza o cadastro de pontos de descarte adequados e o mapeamento de sua posição geográfica.

As funcionalidades da ferramenta *AcheSeuEcoponto* estão condicionadas à correta catalogação e mapeamento dos pontos de descarte, somente realizados pelos gestores. A interface para essa funcionalidade está destacada no canto superior da Figura 15, no endereço www.acheseuecoponto.com.br/cadastraecoponto.html.

No mapeamento dos pontos geográficos optou-se por trabalhar com a API de mapas do *Google Maps*. Para uso da API foi criada uma chave de acesso e conta no servidor Google. Com a API é possível gerar mapas com parametrização da suas propriedades, permitindo-se diversas configurações, como, escolha do tipo de mapa (rodoviário, satélite, de terreno), controle de escala e navegação, entre outras.

A Figura 15 mostra que após inseridos o endereço e a cidade do ecoponto, o responsável pelo cadastro deverá confirmar a localização geográfica do ponto registrado no mapa mediante a opção **Confirmar a Localização do Ecoponto**. A partir dessa opção, é feita a geocodificação do endereço e consulta das bases cartográficas no servidor de mapas *Google Maps*. Caso seja encontrado seu registro é exibido um marcador (ícone de localização) sobre o endereço no mapa. Se o ecoponto não for mapeado corretamente, o responsável pelo registro deverá adicioná-lo manualmente e relatar o problema no *Google Map Maker*, por meio da opção **Informar erro no mapa**, destacada na parte inferior

direita do mapa. Caso tudo esteja correto, o gestor irá selecionar a opção Confirmar Cadastro.

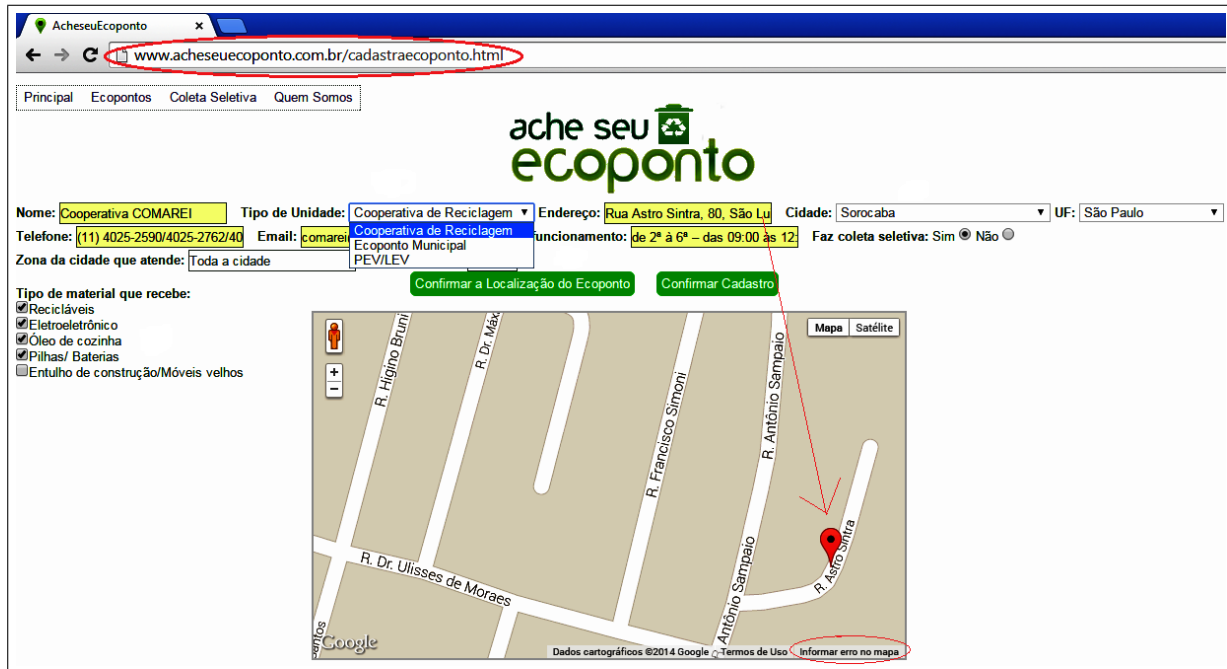


Figura 15 – Cadastro e mapeamento dos ecopontos

Atualmente a ferramenta não permite a colaboração do usuário na inclusão de novos pontos (*Volunteered Geographic Information*). O problema da inclusão voluntária está relacionada ao controle da veracidade das informações e à legalidade do ponto de descarte. Existe a preocupação dessa ferramenta ser usada por sucateiros ou comerciantes desses materiais, que podem adicionar um ponto de descarte num local inadequado e sem fiscalização dos órgãos ambientais.

O cadastro gerará um registro do ecoponto e dos tipos de resíduos sólidos que ele pode receber (reciclável, eletroeletrônico, pilha/bateria, óleo de cozinha ou entulho). O gestor poderá cadastrar no mesmo ecoponto vários tipos de resíduos.

Nesse cadastro, os ecopontos podem ser enquadrados pelo tipo de unidade que se referem, podendo ser um ecoponto municipal, uma cooperativa ou um PEV/LEV. Para garantir a consistência dos dados e agilidade no preenchimento foi disponibilizado o estado de São Paulo como padrão, mas se o gestor alterar para outro estado, automaticamente serão disponibilizadas todas as cidades do referido estado.

3.4.2 Funcionalidades de geolocalização e identificação de ponto de origem do usuário

A funcionalidade de identificação do ponto de origem permite a localização automática ou manual do usuário, necessária para pesquisa dos ecopontos mais próximos a sua localização. Essa funcionalidade será usada pelo ator usuário.

A geolocalização recuperada é a posição geográfica de acordo com o sistema de referência Sistema Geodésico Mundial, formada pelas coordenadas latitude e longitude. Essas coordenadas têm sua precisão de retorno de acordo com o tipo de dispositivo de acesso. No caso dos dispositivos móveis, que tem acoplada a função de GPS, existe mais precisão na localização. Há dispositivos, como os computadores *desktop*, que inferem a localização a partir das faixas de IPs da rede na qual estão conectados ou há ainda os que usam triangulação de torres de telefonia celulares.

O usuário que for pesquisar os locais de descarte poderá ser um cidadão com pouca habilidade no uso das tecnologias. Assim, para tornar a ferramenta mais prática no processo, optou-se por disponibilizar o recurso de detecção automática da posição geográfica do usuário, chamada de geolocalização. Por segurança e privacidade, esse recurso não é automático. Somente haverá o compartilhamento dessa informação se o usuário permitir, aceitando a solicitação exibida na parte inferior do endereço do *browser*, conforme destacado na Figura 16. Se for liberado o recurso de rastreamento, é retornada a localidade do usuário, com uma precisão variável de acordo com o tipo de dispositivo usado (*desktop*, *notebook*, *celular*).

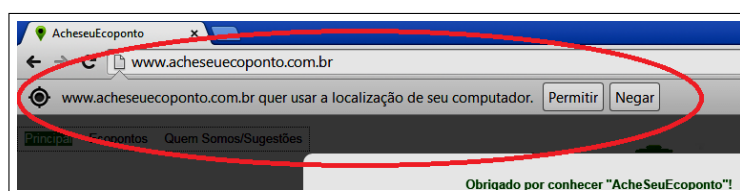


Figura 16 – Solicitação de rastreamento da localização

Após a aceitação da geolocalização, nas próximas vezes que o usuário usar a ferramenta já trará a sua localização de origem, desde que seja no mesmo dispositivo.

A ferramenta também permite que o usuário informe sua localização manualmente. Nesse caso, ao informar o endereço o visitante conta com o recurso de autocompletar. Conforme ele for digitando irão aparecer sugestões de endereços relacionados ao digitado. Ele poderá aceitar uma delas selecionando-a na lista. A partir desse momento será considerado esse endereço como o endereço de origem no processo de descarte e a sua localização será georreferenciada no mapa, conforme mostrado na Figura 17.

Se no acesso à ferramenta, o usuário não permitir o rastreamento da sua localização, a ferramenta trará como sugestão de endereço a cidade em que a pessoa se encontra. Essa

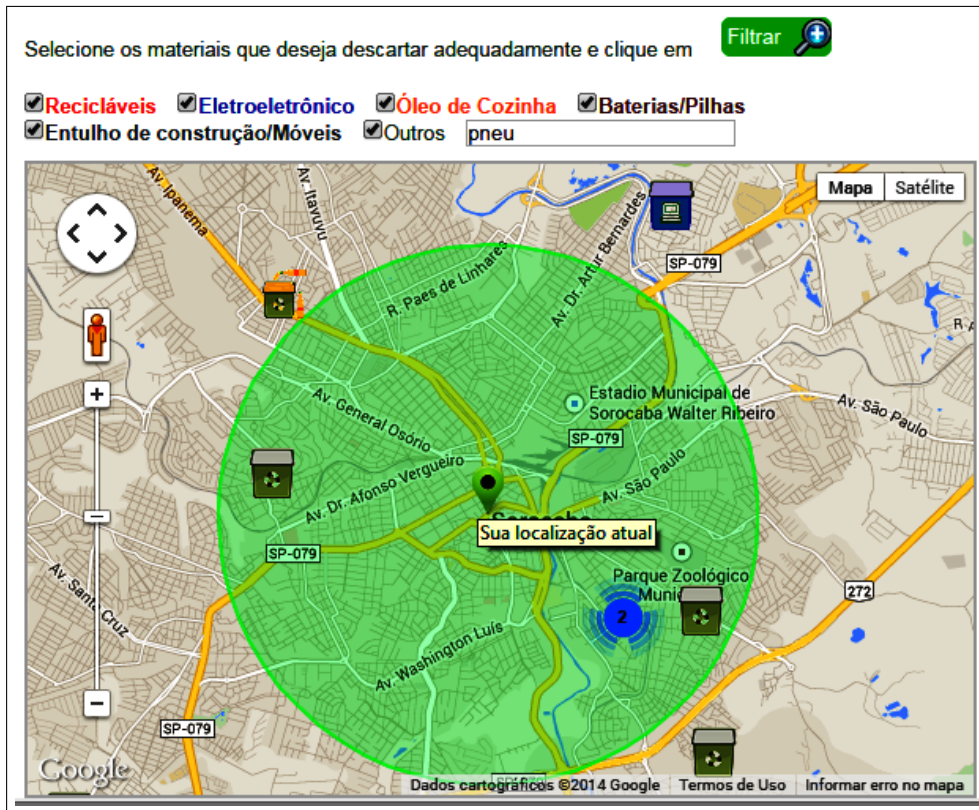


Figura 17 – Geocodificação e mapeamento da localização de origem

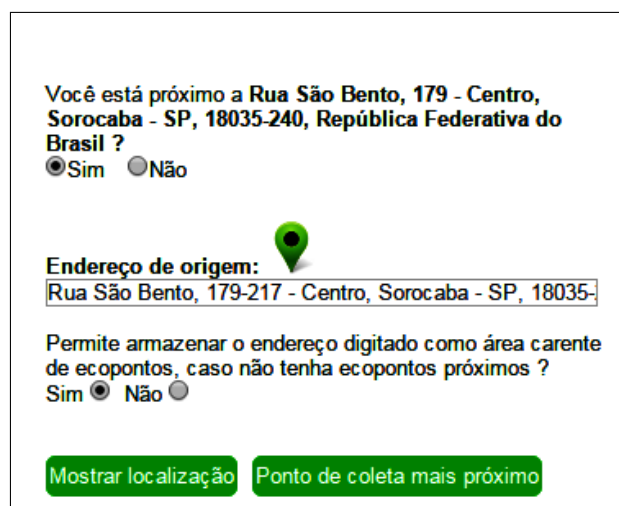
opção poderá ser aceita ou não. Caso aceite, esse endereço sugerido se tornará o endereço de origem. Caso contrário o usuário será obrigado a informar o endereço manualmente, já que as funcionalidade de consultas e rotas partem desse endereço de origem.

Independente da forma de entrada do endereço de origem, manual ou automática, ele será geocodificado e georreferenciado no mapa (Figura 17).


Adotou-se recursos da biblioteca *JavaScript JQuery* que propiciam maior usabilidade, como o *AutoCompletar* que ajuda o usuário no momento da digitação do endereço de origem e minimiza a ocorrência de endereços inválidos, principalmente quando houver mais de um logradouro com o mesmo nome. Esta funcionalidade está integrada com o serviço de geocodificação, *Geocoder*, do *Google Maps*, processo que converte endereços em coordenada geográfica e busca por endereços próximos ao informado.

Na ferramenta *AcheSeuEcoponto*, de acordo com as recomendações da W3C (*World Wide Web Consortium*)¹, é disposta e solicitada a autorização para o armazenamento da localização de origem, caso não sejam encontrados pontos de descartes que atendam a pesquisa, ou mesmo, os que foram encontrados e estão a mais de três quilômetros da localização de origem (Figura 18). Esse recurso foi disponibilizado para coletar as informações que contribuam para o gestor detectar as áreas carentes de ecopontos.

¹ Consórcio *World Wide Web* (W3C) <<http://www.w3c.br/Home/WebHome>>



Você está próximo a **Rua São Bento, 179 - Centro, Sorocaba - SP, 18035-240, República Federativa do Brasil** ?
 Sim Não

Endereço de origem: 

Permite armazenar o endereço digitado como área carente de ecopontos, caso não tenha ecopontos próximos ?
Sim Não

Figura 18 – Solicitação da localização de origem

3.4.3 Funcionalidades de pesquisa

As funcionalidades de pesquisa permitem consulta das informações e dos ecopontos cadastrados, com filtros por tipos de resíduos que deseja descartar, encontrar ecopontos mais próximos ao endereço de origem informado, a criação de rota até o ponto mais próximo e consulta de rotas diferentes de acordo com o meio de transporte a ser utilizado.

Os atores envolvidos, que utilizam as funcionalidades de pesquisa, são os usuários e os gestores.

3.4.3.1 Visualização dos ecopontos

Alguns dados dos pontos de descarte, como horário de funcionamento, tipo de unidade, endereço e tipo de resíduo que recebem ficam agrupados por cidade e disponíveis ao lado do mapa para conhecimento do usuário. As demais informações como, projetos e *links*, poderão ser consultadas na página **Ecopontos**, disponível no canto superior esquerda da página, conforme mostrado na Figura 19.

Desde o momento que o usuário entra no site já é disponibilizado a ele um mapa rodoviário com todos os ecopontos mapeados e identificados (Figura 19). Essa é uma forma de agilizar o processo de detecção e tomada de conhecimento dessas áreas. Esses ecopontos previamente cadastrados e armazenados na base de dados são recuperados e mapeados dinamicamente, mediante a requisição feita pelo **browser** (navegador *Web*) para o servidor, por meio da notação de dados *JSON* e da metodologia *AJAX*, sem que o usuário solicite ou perceba.

São mapeados, por meio da linguagem *KML*, os marcadores referentes ao ecopontos cadastrados. Esses marcadores são objetos que se movimentam conforme o dimensionamento do mapa. A ampliação e redução da visualização do mapa ajuda no reconhecimento das

áreas em que se encontram as instalações dos ecopontos na cidade. Esse processo é chamado de sobreposição, e é tratada pela API do *Google Maps*. Com a sobreposição dos marcadores há um ajuste e a atualização dos pontos dentro do espaço do mapa.

ache seu ecoponto

Selecione os materiais que deseja descartar adequadamente e clique em **Filtrar**

Recicláveis Eletroeletrônico Óleo de Cozinha Baterias/Pilhas
 Entulho de construção/Móveis Outros

Você está próximo a Rua São Bento, 179-217 - Centro, Sorocaba - SP, 18035-240, República Federativa do Brasil ?
 Sim Não

Endereço de origem:
Informe o endereço em que você se encontra ou de partir

Mostrar localização **Ponto de coleta mais próximo**

Seu Ponto de Coleta de Reciclável mais próximo é

Endereço do Ecoponto (destino):
Informe o endereço do ponto de coleta para traçar a rota. Há mais ... pontos de descarte. Use o ZOOM para vê-los.

Traçar rota até o Ecoponto

Fontos de descarte de materiais:

- **Cooperativa COMAREI**
Rua Astro Smitra, 80, Sao Luiz - Telefone: (11) 4025-2500 / (11) 4025-2762 - Funcionamento: de segunda à sexta das 7h às 16h45
Tipo de resíduo que coleta: Materiais recicláveis
Resíduos eletroeletrônicos
Baterias/Pilhas
- **Ecoponto Bosque Alceu Geribello**
Rua Nileroi, nº 133 - Bairro Brasil - Funcionamento: segunda à sexta-8h às 17h / sábado e domingo-8h às 12h
Tipo de resíduo que coleta: Resíduos eletroeletrônicos
Baterias/Pilhas
- **Ecoponto Falec Ituu**
Avenida Tiradentes, 1211 - Parque Industrial - Telefone: (11) 4013-1872 - Funcionamento: de segunda à sexta
Tipo de resíduo que coleta: Materiais recicláveis
Resíduos eletroeletrônicos
Baterias/Pilhas
- **Ecoponto São Judas**
Rua Afonso Sampaio, Bairro São Judas - Funcionamento:

©2014 Angelina V S Melaré

Figura 19 – Interface principal da ferramenta

A sobreposição e projeção espacial dos pontos possibilita ao gestor fazer diversas análises das localidades em que se concentram os ecopontos, como a concentração da população no entorno das instalações dos ecopontos; as regiões carentes da cidade de

pontos mais próximos; as áreas residenciais e desmatadas próximas; e ainda fazer a previsão de novas instalações de determinado tipo de ecoponto.

Para melhorar a visualização no processo de identificação dos ecopontos mapeados em diversas regiões do Estado de São Paulo foi necessário usar o recurso de agrupamento de marcadores. Já no início do acesso o usuário terá ciência das áreas com maior concentração de ecopontos, devido a exibição de marcadores contendo o número correspondente ao total de objetos (ecopontos) contidos dentro dessas áreas.

Há o agrupamento dos ecopontos disponíveis na área visualizada no mapa. Conforme for diminuindo o *zoom*, mesmo que esteja visível um ecoponto de eletroeletrônico e outro de resíduos secos, a ferramenta exibirá um único grupo na área com um marcador com o número 2. Se forem realizadas novas diminuições de *zoom*, eles vão se sobrepondo e se unificando aos outros grupos. Dessa forma é possível ver as áreas de maior concentração de ecopontos na cidade, estado ou país. Esse recurso permite a agilização do processo de navegação e direcionamento das ações do usuário.

Os grupos de ecopontos podem ser explorados, selecionando o grupo ou usando o recurso de ampliação do *zoom*. Após a expansão das áreas de concentração, o usuário terá a percepção dos marcadores identificados com o ícone dos resíduos que aquele ecoponto recebe (contêiner com figura e cor diferenciada), conforme demonstrado na Figura 20. Essa memorização por associação da figura do ícone permite ao usuário consultar e encontrar os pontos de descarte que procura, gerando um processo de aprendizagem nessa interação.

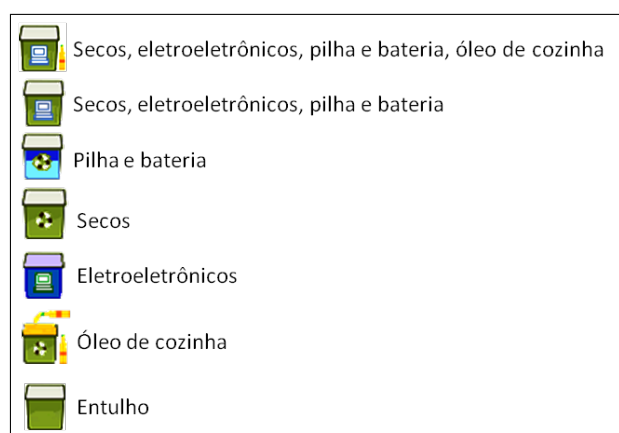


Figura 20 – Legenda de marcadores que representam os tipos de resíduos

Se o usuário quiser visualizar os pontos de descarte mais próximos a uma determinada localização, terá que informar essa localização de origem. A partir do momento que o fizer, terá projetado no mapa o ponto de origem no centro e a sua volta todos os pontos de descarte mais próximos, num raio de três quilômetros (Figura 17). Essa área de vizinhança é delimitada por uma circunferência destacada na cor verde.

O usuário pode fazer uma análise geoespacial dos ecopontos, identificando os tipos

de ecopontos que pode optar para descartar. Não é sempre que o mais próximo será adotado para descarte, porque o usuário poderá levar em consideração área de congestionamento, horário de pico no trajeto, caminho para o trabalho ou outro compromisso, a possibilidade de rota combinada de acordo com os tipos diferentes de resíduos que queira destinar, topografia do trajeto (subidas ou descidas íngremes), entre outras situações.

Há também o recurso da Janela de Informação, conforme mostrado na Figura 21, que poderá ser visualizada quando o usuário selecionar o marcador do ecoponto para ter acesso a mais informações, como nome do ecoponto, tipo de unidade, tipos de resíduos permitidos para descarte e telefone.



Figura 21 – Marcador com janela de informações

Além dos recursos citados, o usuário ainda tem a possibilidade de explorar os recursos disponibilizados pelo *Google Maps*, além do *zoom*, existe a opção de mudança do tipo de visualização de mapa (Mapa, Satélite) e o recurso **Informar erro no mapa**, situado na parte inferior do mapa, para inclusão de endereços não georreferenciados.

3.4.3.2 Filtro de consulta

É disponibilizada ao usuário a funcionalidade **Filtrar**, como pode ser observado na Figura 22, para que o usuário escolha quais tipos de pontos de descarte ele procura. Para facilitar a pesquisa todos os tipos já ficam pré-selecionados. O usuário terá apenas o trabalho de excluir da seleção os tipos que não deseja naquela pesquisa.



Figura 22 – Filtros de Pesquisa

O usuário ainda tem a possibilidade de pesquisar por um determinado tipo de ecoponto que não conste entre as opções disponíveis de consulta. Nesse caso, o usuário poderá informar na caixa de entrada, na frente da opção **Outro**, o tipo de ecoponto que procura. Como exemplo, a Figura 22 ilustra a inserção da pesquisa pelo tipo pneu.

A alternativa foi criada para possibilitar ao gestor tomar conhecimento dos tipos de resíduos que os usuários têm em suas residências e o querem descartar adequadamente e, também, permitir que ele tome ciência do desconhecimento da população quanto aos nomes dos grupos de resíduos. Pode-se citar o caso das pessoas que desconhecem que a máquina de lavar se encaixa no grupo de resíduos eletroeletrônicos.

É permitido ao usuário selecionar múltiplas opções de tipos de resíduos que deseja descartar. Ao executar a funcionalidade **Filtrar** serão retornados todos os ecopontos que recebam os tipos de resíduos selecionados. Somente deve ser dada atenção a funcionalidade **Ponto de coleta mais próximo**, quando a ferramenta pesquisará todos os ecopontos que satisfaçam as seleções escolhidas, mas retornará como resultado apenas o endereço de um ecoponto, o mais próximo ao endereço informado. Se o usuário quiser descartar tipos diferentes de resíduos e se não houver um ecoponto que receba os dois, o usuário deverá realizar mais de uma pesquisa.

A execução da funcionalidade **Filtrar** ainda poderá resultar em dois comportamentos distintos, dependendo do endereço definido com origem.

Caso seja solicitada a execução do **Filtrar**, mas não houver um endereço definido como ponto de origem, a ferramenta exibirá um mapa, com foco regional, somente com os ecopontos resultantes da opção de filtro escolhido. As regiões com concentração de objetos terão seus ecopontos agrupados, conforme mostrado na Figura 19.

Também existe a possibilidade do usuário já ter um endereço de origem definido. Caso isso ocorra, ao executar a funcionalidade **Filtrar**, o usuário terá a visualização do mapa atualizada. O sistema georreferenciará seu **endereço de origem** e os ecopontos resultantes. Será exibido um mapa centrado no endereço de origem e ao redor (raio de três quilômetros) os ecopontos pesquisados. Também é destacada essa área com a circunferência verde.

Sempre que forem encontrados pontos que satisfaçam a pesquisa, mas que estejam fora da quilometragem do raio de distância, é mostrada uma mensagem e a quantidade de ecopontos que podem ser considerados relevantes.

A mensagem referente a quantidade de ecopontos que ficaram fora ou dentro do raio de distância vai mudar de acordo com o resultado da pesquisa realizada. Por exemplo, numa pesquisa pode ser que sejam encontrados 3 ecopontos dentro da proximidade de três quilômetros e ainda existam mais 5 fora do raio que também podem atender ao usuário. Se for necessário, o usuário poderá usar o recurso de *zoom*, para ampliação e redução da

Você está próximo a **Avenida Quinze de Agosto, 430 - Jardim Leocádia, Sorocaba - São Paulo, República Federativa do Brasil** ?
 Sim Não

Endereço de origem: 
Avenida Quinze de Agosto, 430 - Jardim Leocádia, Sorocaba

Mostrar localização **Ponto de coleta mais próximo**

Seu Ponto de Coleta de Reciclável mais próximo é
Central de Eletroeletrônicos

Endereço do Ecoponto (destino):
Rua Ourinhos, 241, Jardim Iguatemi, Sorocaba, SP, Brasil
Há mais **42** pontos de descarte. Use o ZOOM para vê-los.

 **Traçar rota até o Ecoponto**

Figura 23 – Pontos de coleta mais próximos

visualização do mapa, para analisar os pontos de descarte retornados na pesquisa.

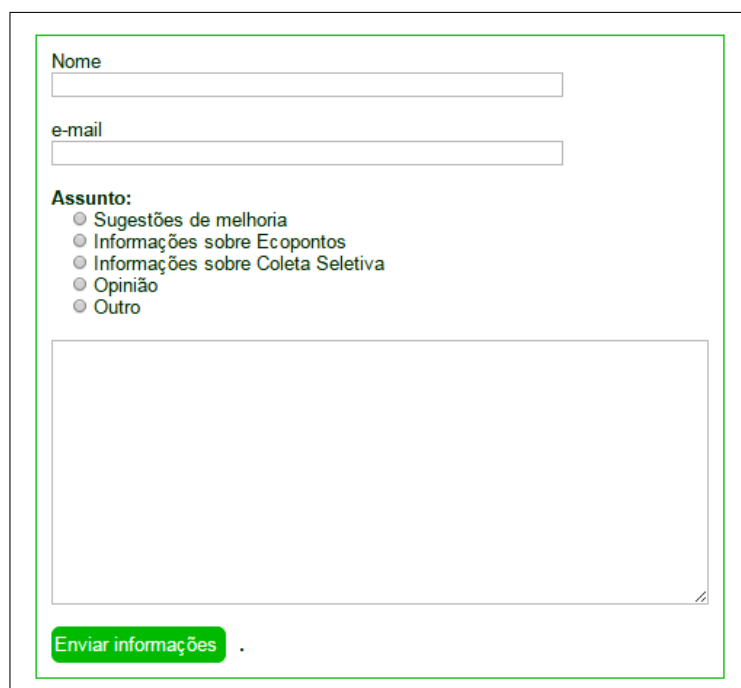
Caso o usuário não encontre nas suas pesquisas ecopontos ou informações que satisfaçam as suas necessidades, a ferramenta lhe oferece o recurso de enviar dúvidas, sugestões de melhorias ou informações sobre os ecopontos pelo formulário disponível na página Quem Somos/Sugestões da ferramenta, na Figura 24.

3.4.3.3 Traçado da rota

Se o usuário tem dificuldade de detectar os pontos de coleta mais próximos para o tipo de material que deseja destinar, a ferramenta disponibiliza a função de **Ponto de coleta mais próximo**. Com esta funcionalidade, a ferramenta irá calcular a distância da localização de origem em relação aos tipos de ecopontos escolhidos e determinará qual ecoponto tem a menor distância.

Conforme pode ser observado na Figura 25, após a determinação do ecoponto mais próximo o sistema traçará uma rota no mapa, do ponto do origem até esse ponto mais próximo, fornecendo-lhe um trajeto detalhado. O nome do ecoponto e seu endereço estarão disponíveis na área de endereço de destino (Figura 23). A biblioteca responsável pelo cálculo da distância é a biblioteca de geoprocessamento *Geolib*.

A opção **Traçar rota até o Ecoponto** também fica disponível ao usuário caso



Nome

e-mail

Assunto:

- Sugestões de melhoria
- Informações sobre Ecopontos
- Informações sobre Coleta Seletiva
- Opinião
- Outro

Figura 24 – Formulário para envio de sugestões

ele queira fazer uma pesquisa. O usuário pode detectar um ecoponto que queira e que não seja considerado o mais próximo, então nesse caso ele poderá informar o endereço de destino e depois escolher a opção **Traçar rota**. A descrição do trajeto a ser percorrido do ponto de origem até o ponto de destino irá aparecer na interface principal, no local onde são exibidas as informações dos ecopontos.



Figura 25 – Trajeto até o ponto de coleta mais próximo

Ao realizar um filtro ou uma procura por pontos próximos o usuário estará auxiliando no levantamento das necessidades do município. Por trás de uma pesquisa há o registro na base de dados dos parâmetros usados, como tipos de ecopontos pesquisados e o endereço de origem. A partir desses registros, serão encaminhados aos gestores, relatórios dos tipos de resíduos mais pesquisados, quais resíduos tiveram ecopontos encontrados na proximidade dos três quilômetros, quais resíduos não foram encontrados e ainda quais

resíduos foram enquadrados como **Outros** pela população.

Além de indicar o trajeto, a ferramenta também informa a quantidade de pontos catalogados que recebem o mesmo tipo de material, dentro ou fora do raio de três quilômetros (Figura 23). As regiões e cidades que não tem ecopontos cadastrados terão recomendações de ecopontos distantes.

A ferramenta permite ainda alternar o meio de locomoção até o local de destino, o padrão é por meio de veículo, mas pode-se optar por ir caminhando. O trajeto e tempo estimado do ponto de origem até o ponto de destino poderão sofrer alterações de acordo com o meio de transporte escolhido. Pode-se dar o exemplo que a pé pode ser mais rápido do que de carro, em locais que as ruas são contramão ou mesmo avenidas, que para realizar de um retorno tenha que percorrer um trajeto maior.

3.4.4 Funcionalidades de compartilhamento

As funcionalidades de compartilhamento permitem a divulgação das informações dos ecopontos e da ferramenta por meio das redes sociais. Os autores envolvidos são os usuários e gestores. Para permitir a realização dessas funcionalidades com opções de envio de comentários, compartilhamento e recomendações foram usados os *plug-ins* sociais. Esses *plug-ins*, disponíveis por diversas redes sociais, permitem que o usuário se autentique na conta da rede social sem a necessidade de abrir uma nova guia no *browser*. Para este protótipo foram adotadas as redes sociais Facebook e Twitter.

As redes sociais são um meio pelo qual a ferramenta procura disseminar as informações sobre os pontos de descarte, assim como divulgar os projetos ambientais e sociais que elas propiciam à comunidade local. Na Figura 26, são ilustradas as redes sociais incorporadas à ferramenta e quantos usuários já retransmitiram aos amigos a ferramenta até o dia 20 de setembro de 2014.

Na rede social Facebook existem os recursos de **Recomendar**, **Compartilhar**, **Curtir** para difundir as informações. Essas opções permitem a divulgação das informações e do *link do endereço da ferramenta* na própria linha do tempo da pessoa que está acessando a ferramenta ou no compartilhamento das informações na linha do tempo de seus amigos, por meio da opção **Grupo** do Facebook.

Se o usuário não quiser fazer comentários da ferramenta poderá optar por informar que gostou, usando o recurso **Curtir** do Facebook. Esse recurso está vinculado a uma página do Facebook, denominada **AcheSeuEcoponto**, e por ela as pessoas podem trocar informações relacionadas ao contexto da reciclagem, projetos ambientais e sociais e destinação adequada.

Pela funcionalidade **Tweetar** da ferramenta as pessoas que tiverem registro no Twitter poderão expressar suas opiniões sobre o problema da destinação dos resíduos,

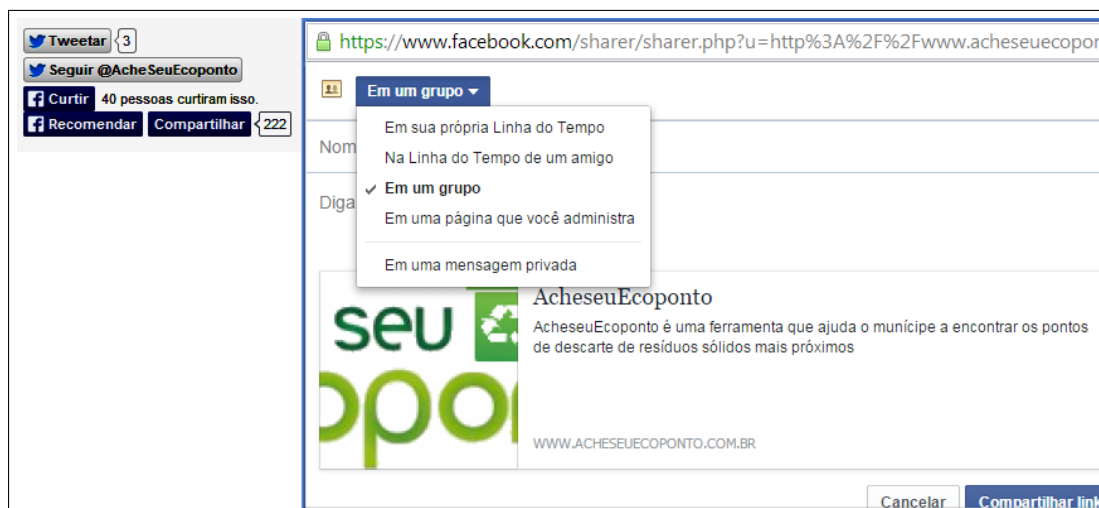


Figura 26 – Compartilhamento com as Redes Sociais

sobre a reciclagem, da disponibilidade e acesso dos ecopontos, sobre os projetos conhecidos dentro desse contexto, entre outros comentários. Por esse mesmo *plug-in* foi agregado o recurso **Seguir** que permite a pessoa ter ciência dos comentários postados na área do **@acheseuecoponto**. A Figura 27, ilustra um exemplo de projeto socioambiental promovido pelo Instituto de Educação Sócio Ambiental (IESA) na rede social Twitter e FaceBook.

Esse recurso somente está disponível para aqueles que tenham conta nas redes sociais. Os usuários não precisam estar conectados na sua conta para acessar a ferramenta **AcheSeuEcoponto**. Somente quando houver a necessidade de autenticação do usuário é que será aberta a sessão de registro na rede social e este poderá executar uma ação que vincule-o ao projeto, como a opção de **Seguir** a ferramenta pelo Twitter ou **Compartilhar** pelo FaceBook. A sessão aberta é segura e mantém a privacidade dos dados do usuário.

Os gestores públicos municipais poderão monitorar essas redes sociais. Eles poderão analisar as interações das pessoas, as comunidades com as quais estão conectadas, o conteúdo das mensagens trocadas, o tipo de informação divulgada, entre outras ações.

Esses gestores poderão intervir ou colaborar nas rede sociais quando houverem dúvidas relacionadas ao poder público ou mesmo críticas diretas quanto a sua omissão e também divulgar os programas de descarte adequado. Essa participação direta ajuda a mostrar a transparência pública, ou seja, transparência dos atos executados pelas autoridades públicas envolvidas.



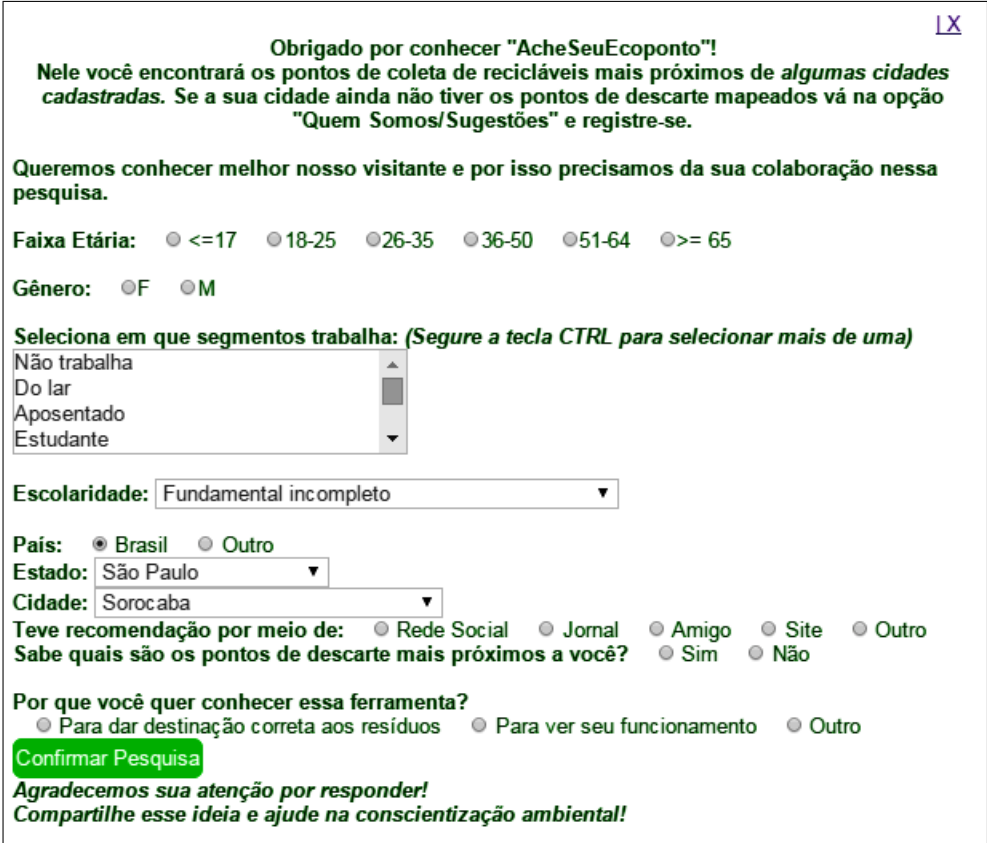
Figura 27 – Rede Social Twitter e Facebook

3.4.5 Funcionalidades estratégicas

Nas funcionalidades estratégicas estão disponíveis as funcionalidades de análise de perfil do público, de visualização de mapa térmico das áreas carentes e geração de diversos relatórios elaborados a partir das pesquisas dos pontos de descarte realizadas pelos usuários, das respostas dos questionários ou do serviço do *GoogleAnalytics*. O ator envolvido nesse processo é o gestor.

Para análise do perfil do visitante foi desenvolvido e disponibilizado para preenchimento um questionário. Esse questionário contém questões objetivas de identificação do público que utiliza a ferramenta e seu conhecimento sobre os pontos de descarte. São exemplos de questões disponibilizadas: faixa etária e cidade em que reside, conhecimento dos pontos de coleta de recicláveis, o motivo de querer usar a ferramenta, entre outros observados na (Figura 28).

O questionário aparece para o usuário quando ele inicia pela primeira vez a sua interação na ferramenta. O seu preenchimento, atualmente, não foi definido como obrigatório, podendo o usuário fechar a janela e continuar o processo sem respondê-lo.



Obrigado por conhecer "AcheSeuEcoponto!" LX

Nele você encontrará os pontos de coleta de recicláveis mais próximos de *algumas cidades cadastradas*. Se a sua cidade ainda não tiver os pontos de descarte mapeados vá na opção "Quem Somos/Sugestões" e registre-se.

Queremos conhecer melhor nosso visitante e por isso precisamos da sua colaboração nessa pesquisa.

Faixa Etária: <=17 18-25 26-35 36-50 51-64 >= 65

Gênero: F M

Seleciona em que segmentos trabalha: (Segure a tecla CTRL para selecionar mais de uma)

Não trabalha
Do lar
Aposentado
Estudante

Escolaridade: Fundamental incompleto

Pais: Brasil Outro

Estado: São Paulo

Cidade: Sorocaba

Teve recomendação por meio de: Rede Social Jornal Amigo Site Outro

Sabe quais são os pontos de descarte mais próximos a você? Sim Não

Por que você quer conhecer essa ferramenta?

Para dar destinação correta aos resíduos Para ver seu funcionamento Outro

Confirmar Pesquisa

Agradecemos sua atenção por responder!
Compartilhe esse ideia e ajude na conscientização ambiental!

Figura 28 – Coleta do perfil do visitante

Foi adotado do *HTML5* a *API Storage Local* para armazenamento de um dado local no navegador do usuário, esse dado é necessário para identificação do tipo de acesso do usuário (primeiro acesso ou retorno).

A coleta via questionário será única por dispositivo em que o usuário estiver acessando, para que a redundância no preenchimento não afete a análise do perfil dos visitantes. Aliado ao questionário, foi adotado o serviço gratuito de análise estatística de *sites* da empresa Google, o *GoogleAnalytics*.

Com o *GoogleAnalytics* se faz o monitoramento e armazenamento das informações de visitantes novos e recorrentes e das sessões vinculadas a eles. Esse processo é realizado por meio das páginas do *site* que contém o *script* fornecido na criação da conta do serviço.

O gestor contará com uma interface diferenciada dos usuários para realização de análises, acessada no endereço `www.acheseuecoponto.com.br/camadaEstrategica.html`. Nessa interface, ele visualizará um mapa implementado com uma camada térmica evidenciando as áreas carentes de ecopontos, ou seja, áreas em que os usuários pesquisaram um determinado ponto de descarte nas proximidades e não obtiverem sucesso.

Na Figura 29, pode-se observar a evidenciação das áreas com intensificação de objetos por meio da sobreposição colorida, denominada camada de Mapa Térmico. Quanto maior o número de pesquisas com resultados insatisfatórios numa determinada área maior é

a intensidade da cor. Ao expandir a área (aumentar o *zoom*) é possível ver mais detalhes das localizações dos pontos de pesquisa. Essas informações geospaciais servirão de apoio na descoberta de situações não previstas e identificação de ocorrências não planejadas. Como exemplo, pode ocorrer que em algumas regiões da cidade haja uma maior concentração de comércio de eletroeletrônicos ou mesmo lojas de manutenção do mesmo e esses comerciantes queiram destinar seus resíduos nas proximidades das suas localidades.



Figura 29 – Mapa térmico

O gestor pode fazer uma análise do cenário de áreas carentes, com uma percepção diferenciada de um usuário leigo na área ambiental. Espera-se que com o auxílio da visualização em camada térmica ele tome conhecimento de determinadas situações imperceptíveis sem a ferramenta.

Na Figura 29 são mostrados os dois tipos de relatórios disponibilizados ao gestor: Relatório de Áreas Carentes e Relatório de Ecopontos Procurados. O primeiro relatório, ilustrado na Figura 30, mostra uma lista de endereços, agrupada por tipo de ecoponto, que se refere aos locais identificados como origem nas pesquisas. Os endereços são de áreas em que não foram encontrados ecopontos nas proximidades.

Na segunda opção de relatório, o gestor tomará conhecimento dos tipos de pontos de descarte procurados pelos usuários, conforme é mostrado na Figura 31. Percebe-se que são listadas a quantidade de vezes em que cada tipo de ponto de descarte foi pesquisado e quantas vezes essa pesquisa obteve sucesso e encontrou um ecoponto próximo a área de três quilômetros. A determinação por essa quilometragem de distância se deu por pesquisa informal com sete pessoas.

Nos dois tipos de relatórios estão presentes os tipos de resíduos definidos como **Outros**, cujos valores foram inseridos pelo usuário durante a pesquisa, quando não encontrou nenhum tipo de opção de pesquisa que o satisfizesse. A partir desses dados, o gestor poderá investigar quais são esses outros tipos pesquisados e em que região há maior concentração. Pode ser que em alguns casos haja a necessidade de orientação da população

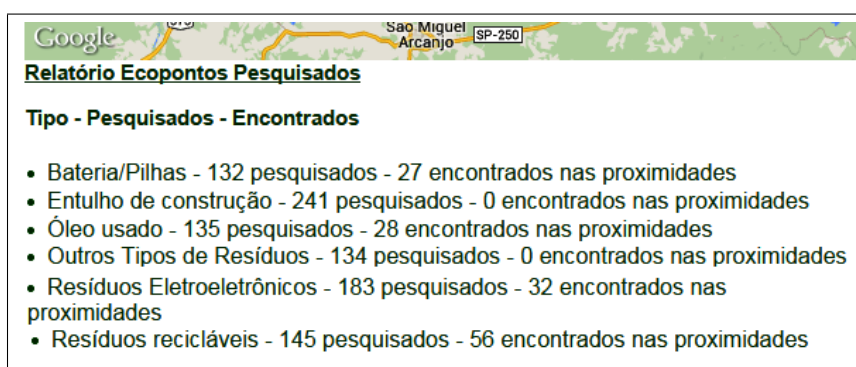


← → ↻ www.acheseuecoponto.com.br/camadaEstrategica.html

Relatório de áreas carentes de ecopontos agrupadas por tipo de resíduo

- **Bateria/Pilhas**
 - alameda cambara, 601, Mairiporã - SP, 07600-000, República Federativa do Brasil
 - Sorocaba - SP, República Federativa do Brasil
 - Rua Rio Branco, 1187 - Centro, Saito - SP, 13320-271, República Federativa do Brasil
 - Rua Leonildes da Silva Soares, Sorocaba - SP, República Federativa do Brasil
 - Jardim Maria Eugênia, Sorocaba - SP, República Federativa do Brasil
 - Rua Leonildes da Silva Soares, Sorocaba - SP, República Federativa do Brasil
 - Rua Trapicheiro, 120 - Vila Carrão, São Paulo - SP, 03441-030, República Federativa do Brasil
 - Rua São Bento, 179-217 - Centro, Sorocaba - SP, 18035-240, República Federativa do Brasil
 - Rua São Bento, 179-217 - Centro, Sorocaba - SP, 18035-240, República Federativa do Brasil
 - itapetininga
- **Entulho de construção**
 - Rua Firmo Campos, 504, Mairiporã - SP, 07600-000, República Federativa do Brasil
 - Rua Firmo Campos, 504, Mairiporã - SP, 07600-000, República Federativa do Brasil
 - alameda cambara, 601, Mairiporã - SP, 07600-000, República Federativa do Brasil

Figura 30 – Relatório de endereços de áreas carentes



Google

Sao Miguel Arcanjo SP-250

Relatório Ecopontos Pesquisados

Tipo - Pesquisados - Encontrados

- Bateria/Pilhas - 132 pesquisados - 27 encontrados nas proximidades
- Entulho de construção - 241 pesquisados - 0 encontrados nas proximidades
- Óleo usado - 135 pesquisados - 28 encontrados nas proximidades
- Outros Tipos de Resíduos - 134 pesquisados - 0 encontrados nas proximidades
- Resíduos Eletroeletrônicos - 183 pesquisados - 32 encontrados nas proximidades
- Resíduos recicláveis - 145 pesquisados - 56 encontrados nas proximidades

Figura 31 – Relatório de ecopontos pesquisados

quanto a classificação dos tipos de resíduos, pois há casos em que mesmo tempo a opção Entulho o usuário coloca em Outros o valor "resto de construção".

Com o serviço do *GoogleAnalytics* é possível usufruir dos seus recursos como descoberta da localização geográfica do público que acessou e conheceu a ferramenta. Mediante a faixa de valores do endereço *IPv4* e *IPv6* obtido por meio do navegador da rede *Web* são conhecidas as localizações dos visitantes do *site*. Segundo o *GoogleAnalytics*, por política de privacidade, os valores dos *IPs* são coletados, mas não são armazenados na íntegra (anonimato).

O *GoogleAnalytics* fornece relatórios completos que poderão ser gerados diretamente no ambiente pelos gestores. Na Figura 32, é mostrado um exemplo de relatório gerado. Nele constam as cidades onde houve acessos à ferramenta *AcheSeuEcoponto*.

Na Figura 33 é mostrado um outro exemplo de relatório, no qual são relatadas as origens do acesso.

O recurso de informações demográficas também é importante à análise do perfil dos usuários. Usando o *GoogleAnalytics* pode-se por meio do *cookie* armazenado e utilizado

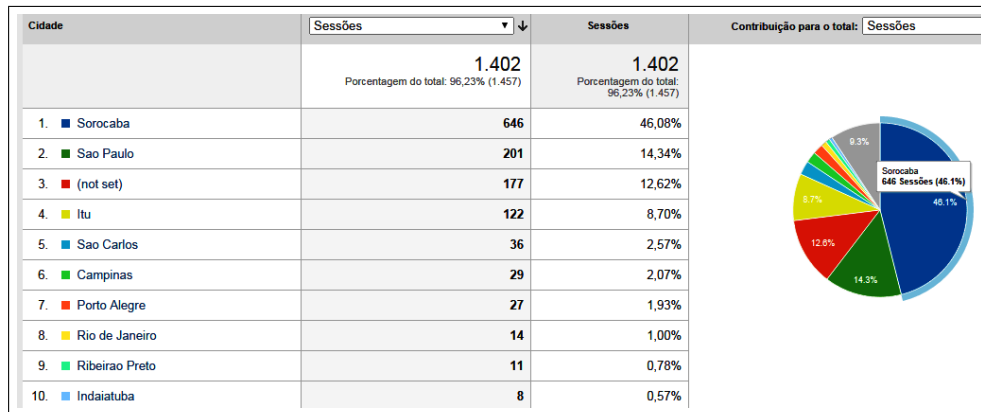


Figura 32 – Exemplo de relatório gerado pelo *GoogleAnalytics*

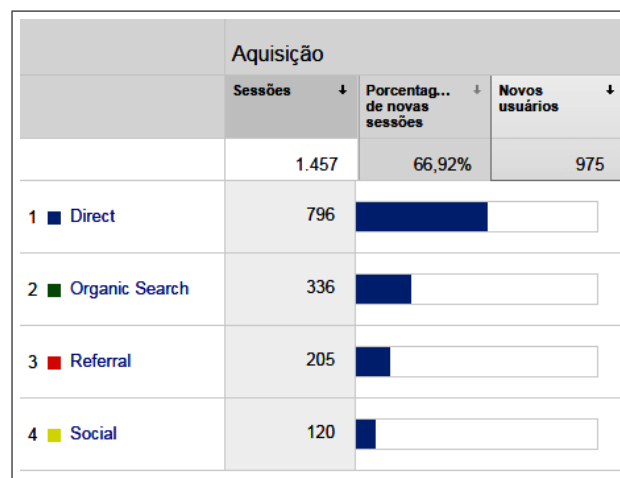


Figura 33 – Exemplo de relatório de origem da aquisição

pela *Rede de Display Google*, que inclui as redes sociais, acesso a alguns informações do visitante, como sua faixa etária e sexo. Esse recurso não consegue alcançar a todos os visitantes, por ter restrições de acesso, mas permite ter o perfil de um grupo de visitantes. Na Figura 34 é apresentado um relatório gerado no *Google Analytics* das faixas etárias dos usuários que acessaram a ferramenta.

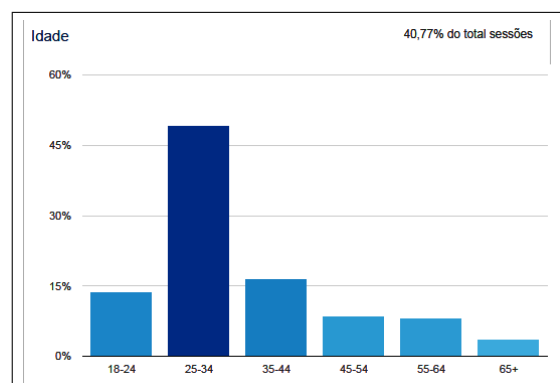


Figura 34 – Gráfico da faixa etária dos visitantes

O gestor público, de posse dessas informações, provenientes de diversas tecnologias, terá mais um respaldo para propor políticas públicas voltadas a gestão dos resíduos sólidos.

3.4.6 Tecnologias adotadas

Para atender as especificações da W3C, comunidade internacional que define padrões da *Web*, adotou-se no desenvolvimento dos módulos a metodologia *Ajax*, usando o Modelo de Objetos de Documentos, a linguagens *HTML5*, *JavaScript* e *PHP*, biblioteca *JQuery* e formato de dados *JSON*.

A Figura 35 apresenta o uso das geotecnologias e tecnologias *Web* nos respectivos módulos da arquitetura da ferramenta.

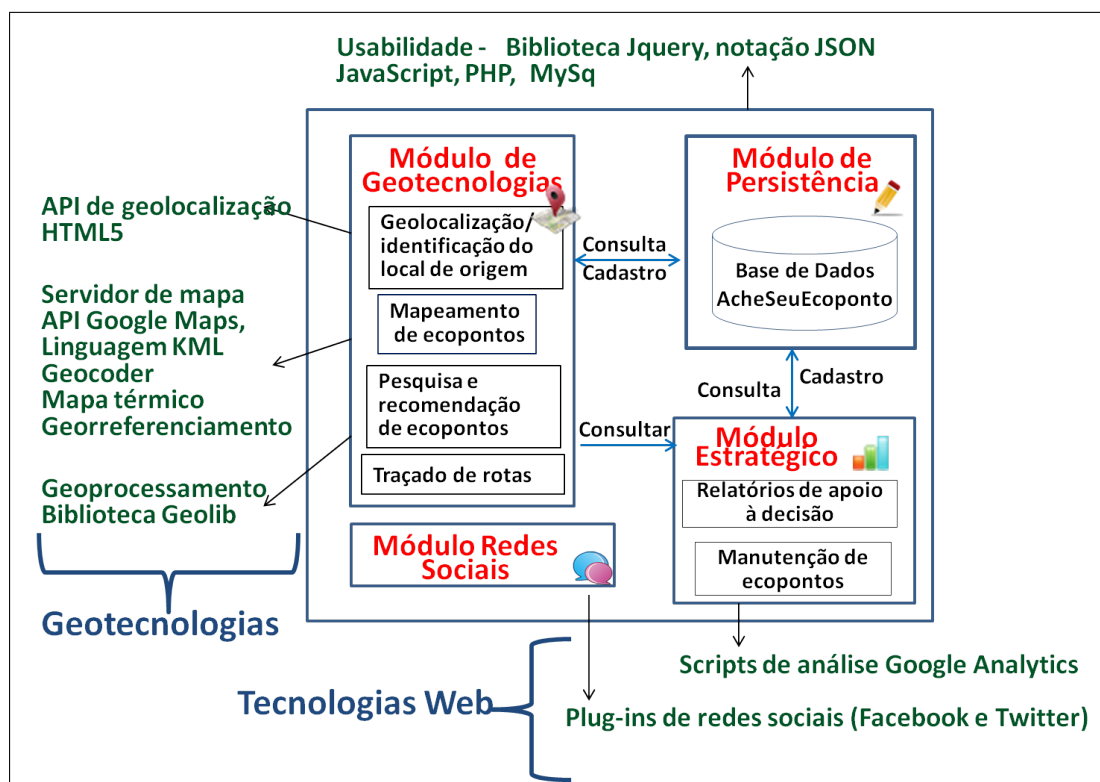


Figura 35 – Tecnologias utilizadas nos módulos

Na Tabela 4, são descritas sucitamente as tecnologias usadas e que propiciaram o funcionamento da ferramenta proposta.

Tabela 4 – Tecnologias empregadas no protótipo funcional AcheSeuEcoponto

Tecnologia	Descrição	Módulo
<i>Google Maps</i>	Servidor de mapas que disponibiliza API com diversas funcionalidades de georreferenciamento e processamento de informações geoespaciais	Geotecnologias
<i>HTML5</i>	Provê da API de geolocalização e é uma linguagem de desenvolvimento de páginas <i>Web</i> que tem seus marcadores processados pelo <i>browser</i> . Sua transferência do servidor para o <i>browser</i> do usuário é feita pelo protocolo HTTP.	Geotecnologias, Dados
<i>GeoLib</i>	Biblioteca com funções de geoprocessamento, como cálculo de distância entre pontos geográficos	Geotecnologias
<i>KML</i>	Linguagem de marcação geográfica	Geotecnologias
<i>Google Analytics</i>	Serviço gratuito oferecido pela Google que permite o monitoramento e análise estatística dos acessos dos visitantes. Sua adoção é permitida com a inserção de <i>script</i> nas páginas de análise.	Estratégico
<i>Facebook</i>	Rede Social que disponibiliza <i>plug-ins</i> de autenticação e funcionalidades.	Redes Sociais
<i>Twitter</i>	Rede Social que disponibiliza <i>plug-ins</i> de autenticação e funcionalidades.	Redes Sociais
<i>PHP</i>	Linguagem de programação orientada a objetos segura, rápida, compatível com várias plataformas e que interpreta e processa as requisições enviadas pelo <i>browser</i> do usuário no servidor onde está hospedado o <i>site</i> , permitindo uma segurança maior no acesso aos dados.	Dados
<i>JavaScript</i>	Linguagem formada por <i>scripts</i> que são enviados e interpretados diretamente pelo <i>browser</i> do cliente. É uma linguagem rápida, mas que não permite segurança do código.	Geotecnologias, Dados
<i>JQuery</i>	Biblioteca <i>JavaScript</i> com diversas funções JavaScript implementadas, da qual foi usada a função autocompletar o endereço, para permitir a usabilidade do sistema. A partir dos seus objetos é possível fazer o acesso a dados por meio da notação <i>JSON</i> .	Geotecnologias, Dados
<i>MySQL</i>	Sistema gerenciador de banco de dados.	Dados
<i>CSS</i>	Linguagem para definição do estilo da página HTML.	Geotecnologias, Dados

3.5 Sumário

O AcheSeuEcoponto apresenta dois diferenciais principais, comparado com os projetos semelhantes: da gestão das informações veiculadas na ferramenta e do atendimento às necessidades dos gestores públicos. Pretende-se que o gestor seja o responsável pelo cadastro e atualização dos ecopontos, e que seja disponibilizado à população um *link* de acesso à ferramenta no *site* da prefeitura. Será disponibilizado aos gestores municipais um módulo estratégico, que permite a visualização do cenário geoespacial dos pontos de descarte do seu município. Nesse cenário, o gestor terá informações sobre as áreas carentes de pontos de descarte e os tipos de ecopontos mais pesquisados. Por exemplo, o gestor poderá descobrir que em determinado bairro ou região da cidade tantas pessoas acessaram a ferramenta para descartar determinado tipo de resíduo e caso essa região não tenha esse ecoponto específico ficará claro a ele que existe a necessidade de instalação de ecoponto nessa área. A ação contrária, para detectar ecopontos pouco utilizados.

A Tabela 5 apresenta uma síntese das características e recursos do AcheSeuEcoponto.

Tabela 5 – Síntese da características e recursos do AcheSeuEcoponto

Características	AcheSeuEcoponto
Setor (propósito)	Público
Abrangência	Atualmente regional, mas pode ser nacional
Vinculado à prefeituras	Sim
Permite inserção de novos pontos de descarte	Não. O usuário pode enviar sugestões ao gestor pelo formulário
Possui pontos de comércio de reciclagem	Não
Disponibiliza informações sobre ecopontos	Sim
Informações atualizadas	Sim
Conexão com redes sociais	Sim, <i>Facebook e Twitter</i>
Exibe rota do trajeto	Sim, com descrição do percurso
Permite escolha do meio de locomoção	Sim, caminhando ou dirigindo
Pesquisa por proximidade	Sim
Delimita raio de proximidade	Sim, de três quilômetros
Rastreamento de posição	Sim
Permite entrada de endereço	Sim
Recurso de autocompletar	Sim
Permite múltipla seleção de tipos de resíduos na pesquisa	Sim
Agrupamento de marcadores	Sim, com número de pontos dentro da área
Acesso direto no site	Sim, na página principal
Permite consultar pontos de eletroeletrônicos, óleo de cozinha, entre outros	Sim
Difunde informações ambientais	Sim
Opções de consulta	Escolha por múltiplos tipos de resíduos (seco, óleo de cozinha, eletroeletrônico, entulho)
Cadastro o tipo de entidade do ecoponto (cooperativas ou associações de catadores, ecopontos municipais e PEV)	Sim, ficando visível nas consultas dos ecopontos
Somente exibe os pontos pesquisados	Sim
Versão dispositivos móveis	Em fase de testes

O AcheSeuEcoponto comparado ao projetos semelhantes apresenta algumas funcionalidades distintas, como: cadastro dos pontos de descarte por tipo de entidade e por um ou mais tipos de resíduos coletados no local; consulta com filtro de opções de escolha de um ou mais tipos de resíduos; opções de geolocalização e digitação do endereço de origem do usuário; recurso autocompletar para facilitar a digitação do endereço; criação de rota até outro ponto de descarte mediante a digitação do endereço; escolha do tipo de locomoção (a pé ou de carro); somente exibição dos ecopontos escolhidos na consulta; personalização dos ícones de representação dos tipos de ecopontos; criação e exibição da área de origem do usuário, determinada por um raio de proximidade, mostrando os ecopontos mais próximos nessa área; determinação e exibição da quantidade de pontos dentro e fora do raio limite determinado de proximidade; agrupamento dos ecopontos; compartilhamento da ferramenta e das informações dos ecopontos pelas redes sociais Facebook e Twitter.

O protótipo funcional foi desenvolvido para atender um público diversificado de usuários, com diferentes conhecimento na área de informática e na área ambiental. Por isso procurou-se atender as heurísticas de usabilidade de Nielsen [1995], conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Heurísticas atendidas pelo protótipo funcional

H	Correspondência da ferramenta às heurísticas de Nielsen [1995]
H1	A ferramenta mantém os usuários informados sobre o que está acontecendo, alertando sobre os erros e desde o início já respondendo à sua necessidade, identificando a localização de origem das suas pesquisas e mostrando os pontos de descarte mais próximos, com o recurso de limitação do raio de distância.
H2	O sistema procura utilizar palavras familiares aos usuários, colocando rótulos nas expressões mais técnicas, como por exemplo, se o usuário for escolher um determinado tipo de resíduo irá aparecer uma janela suspensa com diversos exemplos de materiais daquele tipo.
H3	A interface oferece ao usuário recursos no qual ele tem autonomia em suas ações, como por exemplo, ele pode aceitar o rastreamento da sua localização, mas não permitir que esse seja seu endereço de origem, podendo digitar um outro endereço de origem.
H4	Segue padrão em todas as janelas e possui recursos de consistência nas entradas, não permitindo digitação e sim valores pré definidos, como na entrada do estado, cidade, tipo de unidade, tipos de resíduos.
H5	A ferramenta oferece um ambiente que se reconheça os recursos, de forma que o usuário tem disponível numa única interface os recursos principais e os ícones dos resíduos são claros para seu reconhecimento.
H6	É oferecido o recurso de geolocalização, autocompletar e selecionar opções, ao invés da digitação acelera a interação do usuário, assim como o recurso de agrupamento por tipo de ecopontos, servindo tanto para usuários experientes quanto inexperientes.
H7	A interface desenvolvida procura ser limpa e não contém informações irrelevantes. No mapa, não possui poluição visual, exibindo somente os tipos de ecopontos pesquisados.
H8	A prevenção de erros é realizada por meio dos recursos de autocompletar e geolocalização.
H9	A ajuda na orientação quanto aos erros ocorridos é realizada por meio de mensagens.
H10	A ferramenta ainda não atende a essa heurística. Ela não possui ajuda ou documentação que oriente o usuário quanto ao uso das funcionalidades disponíveis.

Na versão disponibilizada da ferramenta não foi atendida a heurística 10 e também não foi realizada uma análise detalhada das violações heurística dessa versão.

4 Planejamento de Pesquisa e Protocolo de Experimentos

Nesse capítulo descreve-se o planejamento adotado para se alcançar a dois dos objetivos específicos desta dissertação, que é o de orientar a população quanto a existência de pontos de descarte adequados e o de coletar e analisar dados. Todo o processo de coleta e análise de dados foi realizado visando a busca de respostas a três questionamentos:

- **Qual o alcance da ferramenta?**
- **Será que as tecnologias *Web* influenciam na difusão de informações relacionadas ao descarte adequado de resíduos sólidos?**
- **Qual público que utiliza a ferramenta e seu conhecimento sobre os pontos de descarte?**

Na Seção 4.1 são descritas as estratégias adotadas para apresentação da proposta aos municípios e obtenção dos pontos de descarte, assim como as pesquisas de campo realizadas para conhecer o domínio do problema da GRS. Na Seção 4.2, são esclarecidos os procedimentos executados para divulgação da ferramenta. A Seção 4.3 descreve as metodologias de coleta de dados e o processo de preparação dos dados para análise.

4.1 Municípios adotados para validação e pesquisa de campo

Para que a proposta tivesse parte da sua validação comprovada, com o cadastro e mapeamento de ecopontos legalizados de descarte de resíduos foram adotadas as cidades de Sorocaba, Itu, Votorantim e São Carlos. Para a análise dos dados coletados e validação da pesquisa foram investigados os resultados das cidades de Sorocaba e Itu. Entre os critérios adotados para a escolha das cidades, é que elas tinham que ter programa de coleta seletiva visando a reciclagem e pontos municipais de descarte, e se possível serem próximas ao pesquisador. Para concretizar essa adoção houve reuniões com a assessoria e secretaria responsável pela coleta seletiva dos municípios adotados.

Após a definição do foco da dissertação foram realizadas pesquisas sobre a existência e divulgação das informações dos ecopontos das cidades escolhidas. A pesquisa foi feita na *internet*, em *sites* de jornais, prefeituras, cooperativas e outras organizações ligadas ao meio ambiente.

Os municípios adotados na pesquisa possuem realidades distintas, conforme explicado no Capítulo 2, mas todos possuem programas de coleta seletiva, apoiam cooperativas de reciclagem, possuem ecopontos e estão se adequando à PNRS. Um cenário comum, apresentado pelos municípios de Sorocaba e Itu, mostra que o montante diário gerado de resíduos e o montante encaminhado ao aterro é elevado, assim como as despesas gerais de destinação adequada com aterro sanitário e a carência de informações sobre a destinação adequada dos resíduos.

Inicialmente, foi realizado contato com a assessora técnica, da Secretaria de Serviços Públicos (SERP) do município de Sorocaba. A SERP é responsável, entre outras atividades, pelo gerenciamento da coleta de lixo e coleta seletiva, incluindo a coordenação das parcerias com as Cooperativas de Reciclagem.

A assessora técnica demonstrou interesse pela proposta e forneceu as informações solicitadas para o cadastro dos ecopontos, ressaltando alguns ecopontos municipais de entulho e móveis que seriam reestruturados e, por esse motivo, não deveriam ser divulgados no momento à população.

No município de Itu foram feitos contatos com a assessora técnica e com a secretária de Meio Ambiente, que também compreenderam o objetivo do projeto e forneceram os documentos com todas as informações necessárias para a catalogação dos ecopontos da cidade.

Os responsáveis pela gestão dos resíduos das Secretarias Municipais de Sorocaba e Itu propuseram a possibilidade de parceria por meio da disponibilização de um *link* da ferramenta nos sites oficiais das prefeituras. A assessora do município de Itu argumentou inclusive que munícipes ligam na prefeitura solicitando informações sobre os locais de descarte de determinados tipos de materiais e que esta ferramenta irá auxiliar nessa demanda. Essas prefeituras ainda forneceram dados estatísticos da reciclagem do município e informações sobre a coleta seletiva para serem dispostos à população a partir da ferramenta.

Em Votorantim, o contato foi feito com a supervisora de gabinete, da Secretaria do Meio Ambiente, que com a ciência do Secretário Municipal forneceu, a relação dos ecopontos municipais. Ela nos passou a possibilidade de divulgação do *link* da ferramenta pelo *Facebook* da Secretaria.

Após as reuniões, junto às prefeituras, foram realizados os cadastros e mapeamentos dos pontos de descarte dessas cidades e disponibilizada a ferramenta. Com o passar do tempo, foram recebidos, via formulário da ferramenta e pedido direto com a autora do projeto, solicitações de inclusão de ecopontos legalizados de outras cidades. Após visitas ou contatos com os gestores municipais, também foram incluídos esses pontos de descarte na ferramenta. Os casos ocorridos são descritos a seguir.

Os pontos de descarte do município de São Carlos foram inseridos posteriormente na ferramenta, devido a um pedido de uma moradora da cidade para que o seu município tivesse seus ecopontos cadastrados. A relação dos ecopontos de São Carlos foi obtido por meio de contato com os assessores da Secretaria do Meio Ambiente.

Em São Paulo, foi realizada a visita técnica a Coopermiti, uma cooperativa de eletroeletrônicos que mantém parceria com a Prefeitura de São Paulo. Foram inseridos na ferramenta os pontos de descarte de eletroeletrônicos pertencentes ao Centro Tecnológico Paula Souza do Governo do Estado de São Paulo, onde a cooperativa também realiza coleta e com a qual a autora desse projeto tem vínculo.

Para divulgar as informações das cooperativas de reciclagem e dos seu projetos também foram feitas visitas técnicas às cooperativas Comarei (Itu) e Coopermiti (São Paulo).

Para conhecer a realidade atual da implantação da PNRS e contribuir com informações que auxiliem os gestores, a autora desse trabalho participou de diversos eventos de discussão de PNRS, entre eles: participação em audiência pública, na Câmara Municipal de Sorocaba, com o relator da lei, deputado federal Arnaldo Jardim, e diversos gestores públicos e gestores ambientais da região de Sorocaba; participação no evento Diálogos Capitais Resíduos Sólidos com a ministra do Meio Ambiente, Izabella Mônica Vieira Teixeira, e representantes renomados na área de reciclagem, como o presidente do CEMPRE, presidente dos Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis, diretor de meio ambiente da Tetra Pak, presidentes da Abipet, Abralatas, Abiplast, entre outros; roda de Conversa com secretários municipais de Itu, Itupeva, Boituva e Tatuí.

4.2 **Divulgação da ferramenta**

Para análise dos dados e verificação dos objetivos atingidos, relacionados ao alcance da ferramenta, é importante conhecer o histórico da repercussão obtida a partir da disponibilização da ferramenta. A ferramenta foi hospedada e disponibilizada para teste em 27 de fevereiro de 2014, sem ter havido nenhum meio de divulgação.

A primeira divulgação ocorreu no dia 15 de março, por meio de reportagem publicada no Jornal Cruzeiro do Sul, do município de Sorocaba, com o título **Mestranda desenvolve ferramenta que exhibe ecopontos de descarte** [OLIVEIRA, 2014]. No dia 16 de março, a versão *online* do jornal Cruzeiro disponibilizou a mesma reportagem em seu *site*¹, juntamente com um link de "Recomendar/Compartilhar" pela rede social Facebook. A partir do compartilhamento dessa publicação, começou a disseminação da

¹ Matéria sobre o AcheSeuEcoponto publicada no jornal online Cruzeiro do Sul <<http://www.cruzeirodosul.inf.br/materia/536538/mestranda-desenvolve-ferramenta-que-exibe-ecopontos-de-descarte>>

ferramenta, entre os usuários e páginas de notícias do Facebook, como SpliceNet, Revista Zap e AlpAmbiental.

A ferramenta repercutiu nos meios de comunicação, como no caso da entrevista ocorrida na Rádio Cruzeiro FM, matérias publicadas no Jornal Periscópio de Itu impresso (29 de março) e na versão online², Revista Regional (cidades de Itu, Jundiaí e Indaiatuba) [REGIONAL, 2014], *site* do programa de Pós Graduação da UFSCar- campus Sorocaba³ e São Carlos⁴ (26 de março), jornal Folha da Cidade de Itu (22 de março) [JORNAL FOLHA DA CIDADE, 2014], Rádio BDC⁵, Jornal Regional⁶ e sites relacionados à área ambiental como ÁguaonOnLine (Revista Digital da Água, do Saneamento e do Meio Ambiente)⁷, EcoFinanças e outros tipos de *sites*, como Sindicato dos Metalúrgicos de Sorocaba e Região⁸, Boletim do Portal do Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte e SpliceNet.

Também, houve a divulgação na comunidade científica por meio do artigo **Ferramenta AcheSeuEcoponto: Aproximando a população dos pontos de coleta de resíduos sólidos urbanos**, publicado nos anais e apresentado em Brasília, em julho de 2014, no Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA) do Congresso da Sociedade Brasileira da Computação (SBC) [MELARÉ; FACELI; GONZÁLEZ, 2014]. Essa apresentação permitiu a divulgação da ferramenta para a comunidade científica, o que fomentou discussões sobre a necessidade da existência de mais ferramentas nesse contexto.

4.3 Coleta e preparação de dados

Nessa seção são descritas as duas estratégias usadas para coletar os dados, o questionário e o serviço de análise de domínios *Web*, o *Google Analytics*. Conseguiu-se coletar dados de localização, forma e comportamento de interação, informações de acesso e tecnologia, informações demográficas como idade e sexo, interesse na ferramenta, entre outros.

Por meio da coleta dos dados será possível conhecer o público que utiliza a fer-

² Matéria publicada no Jornal Periscópio <<http://jornalperiscopio.com.br/site/index.php/aplicativo-facilita-localizacao-de-ecopontos-em-itu/>>

³ Site da UFSCar Campus Sorocaba <http://www.sorocaba.ufscar.br/ufscar/index.php?nt_id=6347>

⁴ Site da UFSCar <<http://www2.ufscar.br/servicos/noticias.php?idNot=6347>>

⁵ Rádio DBC <<http://www.dbc.fm.br/noticia/cidade/2014/03/27/11107/projeto-da-ufscar-cria-aplicativo-que-facilita-localizacao-de-ecopontos-de-descarte-nas-cidades-de-citu-e-sorocaba>>

⁶ Jornal Regional <http://www.jornalrol.com.br/cidadania/index.php?option=com_content&view=article&id=3122:meio-ambiente&catid=174:redacao&Itemid=44>

⁷ ÁguaonLine <<http://aguaonline.com.br/materias.php?id=3768&cid=1&edicao=588>>

⁸ Sindicato dos Metalúrgicos de Sorocaba e Região <http://www.smetal.org.br/noticias/aplicativo-facilita-localizacao-de-ecopontos-de-descarte-nas-cidades-de-itu-e-sorocaba/20140327115823_U_211>

ramenta. Segundo o relatório de pesquisa do IPEA [2012a, 16] é importante conhecer o público para o qual são direcionadas ações de mobilização.

A dificuldade em perceber o público envolvido de fato e o público a ser mobilizado dentro de um projeto ou programa de coleta seletiva pode ser um dos pontos responsáveis pela baixa adesão e excessiva dificuldade de participação observada na comunidade envolvida [IPEA, 2012a, 16].

4.3.1 Coleta via Questionário

Por meio do questionário foram coletados dados, com intuito de conhecer o perfil do público visitante, seu conhecimento sobre os pontos de descarte, o impacto da ferramenta e as influências das tecnologias das *Web* na descarte adequado.

Ele é disponibilizado na janela inicial na primeira interação do munícipe com a ferramenta. Seu preenchimento foi obrigatório de 17 a 28 de março de 2014. Após esse período permitiu-se ao usuário fechar a janela e continuar o processo sem preenchê-lo.

O questionário, que pode ser observado no Apêndice A, é composto por dez questões: faixa etária, gênero, segmentos em que trabalha, escolaridade, país, estado e cidade em que reside, por qual meio teve recomendação da ferramenta, se tem ou não conhecimento dos pontos de descarte mais próximos e qual o motivo de querer conhecer a ferramenta.

No ramo de atividade, o usuário pode escolher mais de uma opção, prevendo que um usuário pode trabalhar em mais de um segmento, como o caso de um servidor público do meio ambiente ou um servidor público da rede de ensino da área da computação.

A data de preenchimento do questionário foi obtida automaticamente pelo sistema. Os questionários preenchidos foram armazenados numa base de dados no SGBD *MySQL* no provedor de hospedagem *Web*. Para a realização do pré-processamento e análise dos dados foi feita a exportação da base de dados no dia 11 de outubro de 2014.

4.3.2 Coleta via Google Analytics

Pelo serviço do *Google Analytics*, coletou-se as formas de aquisição e dados das sessões. As formas de aquisição são o meio pelo qual o munícipe chega até a ferramenta. No Google, existem quatro formas de aquisição: **Busca Orgânica** (*Organic Search*), que é o direcionamento realizado pelos provedores de pesquisas; **Social** (*Social*), onde o usuário é encaminhado por meio das redes sociais; **Indicação** (*Referral*), direcionamento realizado a partir de *links* de outras páginas *Web*; **Direto** (*Direct*), onde o usuário digita a URL da ferramenta na barra de endereço.

Um atributo importante de análise é o número de sessões, que representa a interação de um usuário novo ou recorrente com a ferramenta. Durante cada sessão foram coletados dados pessoais do visitante, como faixa etária, sexo, sites de interesse (de esporte, de

notícia, de tecnologia, ambiental), sua localização geográfica; dados do acesso, se é visitante único ou recorrente, tempo, número de páginas acessadas, tipo e origem da aquisição; dados da tecnologia que utilizou, como tipo de dispositivo (*desktop*, móveis (*mobile*)), sistema operacional, entre outros dados.

A coleta dos dados das sessões iniciou-se no dia em que foi disponibilizada a ferramenta na *Web*, dia 27 de fevereiro de 2014, até o dia 11 de outubro de 2014.

4.3.3 Preparação de dados

Para permitir uma análise com mais qualidade foi realizado o pré-processamento dos dados coletados. Uma limpeza dos dados do questionário foi realizada para retirar registros incompletos ou com dados inconsistentes. No *Google Analytics*, verificou-se sessões que apresentam um comportamento estranho de acessos, como por exemplo, acessos artificiais, oriundos de algoritmos de monitoramento de *sites*.

4.3.3.1 Preparação dos dados coletados a partir do questionário

A base de dados gerada a partir do questionário, de 16 de março até o dia 11 de outubro de 2014, contém 359 instâncias com 11 atributos, sendo 10 do tipo nominal e 1 do tipo data.

No dia 21 de março foi acrescida ao questionário a pergunta **Por que você quer conhecer essa ferramenta?**, para poder analisar os usuários que entraram na ferramenta para dar destinação adequada dos resíduos. Por esse motivo, 114 usuários não responderam a essa questão e 229 responderam.

Numa análise preliminar da base, realizada em 16 de junho de 2014, percebeu-se um grande número de pessoas que optavam pela opção **Outros** na pergunta **Teve recomendação por meio de?**, por isso foi-se inserida em 23 de agosto de 2014 mais duas opções de escolha, a opção **Amigo** e a opção **Site**.

Na análise da base completa, constatou-se alguns registros contendo valores faltantes ou inconsistentes de atributos. Foram desconsiderados 16 (4,1%) instâncias da base de dados, com valores de pelo menos 6 atributos nulos ou respondidos de forma inconsistente, ficando no final 343 registros válidas.

Em relação ao atributo gênero (*sexo*), das 343 instâncias consideradas válidas 41 pessoas optaram por não responder. Optou-se por não realizar nenhum balanceamento e inserção de valor para esse atributo, deixando-o inalterado.

4.3.3.2 Preparação dos dados coletados a partir do *Google Analytics*

Inicialmente, a base de dados coletada continha 1666 sessões até o dia 11 de outubro de 2014, sendo 1127 visitantes novos e 539 visitantes recorrentes, 6008 páginas visualizadas, com duração média de acesso de 6 minutos.

Os dados das sessões foram exportados para uma planilha eletrônica e na análise detectou-se comportamentos estranhos de acessos, como, tempo de visita igual a zero segundos. Pesquisando as origens desses registros, detectou-se acessos artificiais, realizados por algoritmos de monitoramento, ou seja, robôs de pesquisa criados para rastrear informações de *sites* e *spam* indesejados.

No caso das sessões criadas a partir de robôs (*crawler*), foram detectados 61 acessos oriundos do **semalt** e 2 do **iminent**. Também foram encontrados 2 *spam* do **kambasoft** e 4 do **sabetubevideo**. Esses acessos contém valores que interferem na análise, como origens do acesso, tempo, localização, entre outros.

Os 69 acessos indevidos, que representam 4,14%, foram desconsideradas para análise dos resultados. No final foram consideradas 1597 sessões válidas, sendo 1058 visitantes novos e 539 recorrentes.

5 Análise e discussão dos resultados

Neste capítulo, é realizada a análise e discussão dos dados coletados e tratados, para responder as questões elencadas no protocolo de experimentos do Capítulo 4. Ao final, na Seção 5.4, será feita uma síntese das respostas.

5.1 Qual o alcance da ferramenta?

Para analisar o alcance ferramenta são analisados nas Subseções 5.1.1 e 5.1.2 os acessos e número de pessoas atingidas no Brasil e no exterior, seja no momento ou pós divulgação da ferramenta.

5.1.1 Estatística de acesso

Após analisadas e tratadas as bases geradas a partir do questionário e do serviço *Google Analytics*, obteve-se 1597 acessos válidos, sendo que 1058 únicos e 539 recorrentes. Dos questionários respondidos são considerados para análise 343 registros.

O gráfico da Figura 36 mostra o pico de acesso que ocorreu no período da divulgação da ferramenta, com alcance de 75 acessos no dia 17 de março e 57 no dia 28 de março de 2014.

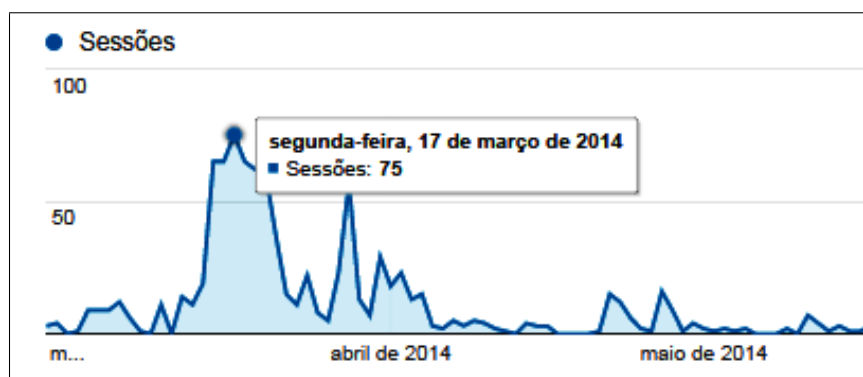


Figura 36 – Picos de visitas diárias *Google Analytics*

No período de divulgação também ocorreu o maior número de respostas ao questionário, com 115 questionários respondidos entre os dias 16 e 19 de março de 2013. Houve ainda um pico de 45 respostas no dia 28 de março, conforme mostra a Figura 37.

Essas ocorrências de picos podem indicar que precisa-se ainda de muita divulgação à população, para fazê-la tomar conhecimento e "acostumá-la" a pensar sobre a destinação adequada.



Figura 37 – Pico de preenchimento do questionário

De acordo com o Gráfico 38 do *Google Analytics*, mesmo passado o período de divulgação, a ferramenta continuou com acessos em todos os meses. No mês de setembro, por exemplo, foram registradas 180 sessões.

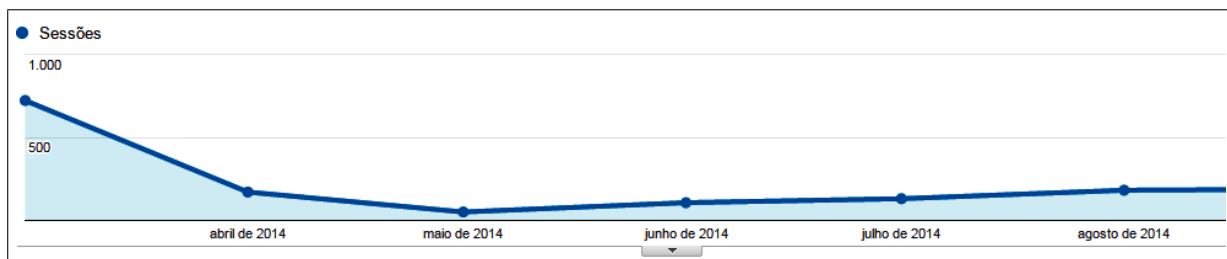


Figura 38 – Acessos Mensais *Google Analytics*

Dos 1597 usuários, 33,75% acessaram a ferramenta mais de uma vez. Na análise de acessos diários, nota-se que, dos 338 dias considerados, 151 dias tiveram usuários retornando.

Observa-se e conclui-se na primeira análise sobre o alcance, que o pico ocorreu 2 dias depois da publicação da notícia sobre a ferramenta no jornal impresso *Cruzeiro do Sul*, na cidade de Sorocaba. Nas próximas análises serão mostradas as origens dos geográficas dos usuários e por qual meio a população tomou conhecimento da ferramenta (rede social, nos sites de busca, entre outros).

5.1.2 Difusão geográfica

Para constatar a disseminação da ferramenta e das informações dos pontos de descarte, foi analisado o alcance geográfico atingido.

Todos os 343 questionários respondidos foram de usuários brasileiros, atingindo 54 cidades de 11 estados da federação. O estado mais atingido foi o de São Paulo, com 95,04%

(326), seguido do Rio de Janeiro com 1,46% (5). Das cidades, Sorocaba teve 55,98% (192), seguida de Itu com 8,75% (30), São Carlos com 7,0% (24), São Paulo com 4,66% (16) e Votorantim com 2,33% (8). O Apêndice C contém uma listagem de todos os estados e cidades atingidos.

Como esperado, percebe-se que as cidades com maior percentual de respostas são as que tem pontos de descarte mapeados na ferramenta (Sorocaba, Itu, Votorantim, São Carlos, São Paulo). Municípios da região, como por exemplo, Salto, São Roque, Salto de Pirapora, Piedade e Boituva também tiveram quantidade de respostas significativas.

Em relação aos acessos, detectados pelo Google Analytics, percebe-se no mapa da Figura 39, que eles se estenderam para outros países. Foram 1564 acessos oriundos do Brasil, 15 dos Estados Unidos, 3 de Portugal, 3 da Rússia, 2 da Alemanha e 2 do Reino Unido e 1 do Canada, Colômbia, Costa Rica, Bélgica, Espanha e Suécia.

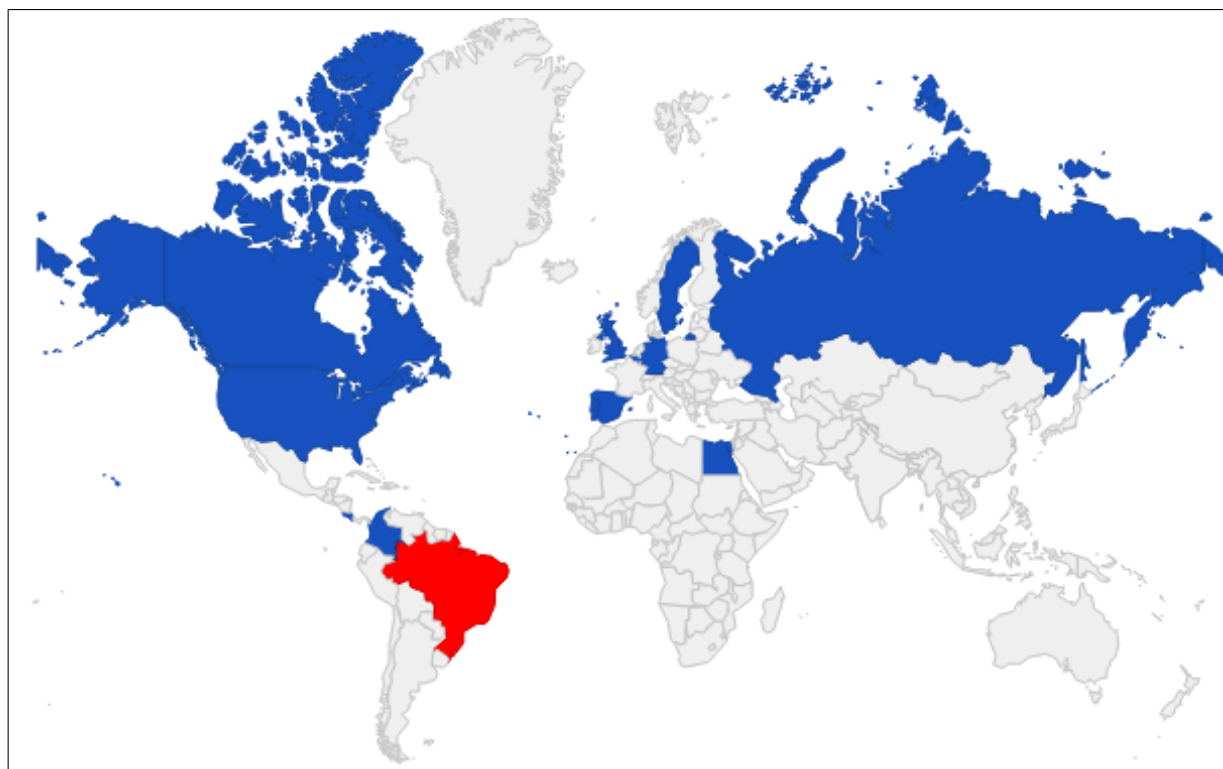


Figura 39 – Alcance mundial da ferramenta

As causas encontradas para o acesso da ferramenta nos países citados são a de brasileiros com amigos no exterior e a de brasileiros vivendo no exterior, que tomaram conhecimento da ferramenta por meio de compartilhamento de informações efetuados nas redes sociais ou ainda, que acessaram as notícias sobre a ferramenta, divulgadas em veículos de comunicação, com *sites* na *internet* (vide Subseção 5.2.2).

No Brasil foram feitos acessos em 16 estados. São Paulo teve 1438 sessões (91,94%), seguida do Rio Grande do Sul com 34 (2,17%), Minas Gerais com 24 (1,53%), Rio de

Janeiro com 22 (1,40%), Paraná com 12 (0,76%), Espírito Santo com 10 (0,64%) e os demais abaixo de 10 sessões.

Pelo *Google Analytics* 176 sessões não puderam ter sua cidade identificada. A cidade de Sorocaba teve 771 acessos (49,29%), São Paulo 227 (14,51%), Itu 127 (8,12%) e São Carlos 36 (2,3%). Os acessos ainda chegaram a mais 61 cidades do Brasil, incluindo principalmente municípios da região das cidades mapeadas na ferramenta. As exceções, quanto ao número de acessos, foram Porto Alegre, com 26 acessos (1,66%), e Rio de Janeiro, com 16 (1%).

Os dados de localidade (cidades e estados) informados pelos usuários no questionário correspondem aos locais de acesso detectados pelo *Google Analytics*, comprovando a veracidade das respostas dos usuários no preenchimento do questionário.

Nessa análise, de alcance geográfico, percebeu-se que a disseminação nacional e mundial foi muito rápida. Na verificação do dia 15 ao dia 17 de março, percebe-se que a ferramenta atingiu a quatro estados do Brasil (São Paulo, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Santa Catarina) e mais dois países (Alemanha e Portugal). Só no Brasil, a ferramenta atingiu a 20 cidades.

Esses números demonstram que o interesse em procurar formas de descarte adequado está em todo o país, pois mesmo nas cidades onde não há mapeamento ocorreram acessos à ferramenta.

Conclui-se nessas análises que a ferramenta impactou na sociedade, atingindo não só o Brasil, país de origem da ferramenta, mas também a outros, e que a proliferação da ferramenta ainda persiste, de maneira que mesmo depois de 6 meses da sua divulgação, ela ainda é acessada. Ainda, pode-se destacar que o acesso não é único, existindo 33,75% de usuários recorrentes do total de acessos.

Nas próximas análises responde-se sobre a influência das tecnologia *Web* como contribuição para esse alcance mundial.

5.2 Será que as tecnologias *Web* influenciam na difusão de informações relacionadas ao descarte adequado de resíduos sólidos?

A Subseção 5.2.1 analisa a influência das tecnologias *Web*, que incluem as redes sociais e os *sites* de busca, na difusão de informações relacionadas ao descarte adequado de resíduos sólidos. Nessas análises, procura-se relacionar o nível de conhecimento dos usuários sobre os pontos de descarte, para evidenciar a importância da ferramenta proposta nessa dissertação.

5.2.1 Influência das tecnologias *Web*

Um atributo importante de análise é o meio pelo qual o usuário conheceu e teve acesso à ferramenta, lembrando que as origens de acesso podem ser pesquisa orgânica, direta, referência e social; e as opções de recomendações do questionário são jornal, rede social, site, amigo e outro.

A Tabela 7 mostra as respostas dos questionários, abordando nas primeiras colunas, por qual meio o usuário conheceu a ferramenta, e dessas respostas quantos usuários responderam que possuem conhecimento dos pontos de descarte. Como pode ser observado nessa tabela, as redes sociais mostraram-se um veículo importante de difusão da informação, com 106 usuários (30,9%), e mesmo esses usuários, apenas 20 (18,9%) deles conheciam os pontos de descarte.

Tabela 7 – Meio pelo qual conheceu a ferramenta

Meio	Quantidade de respostas		Dessas respostas quantas conhecem os ecopontos	
	No.	(%)	No.	(%)
Outro	168	49,00%	21	12,5%
Rede Social	106	30,90%	20	18,9%
Jornal	49	14,29%	7	14,3%
Amigo	13	3,77%	3	23,1%
Não preencheu	7	2,04%	0	0%
Site	0	0,00%	0	0%

Detectou-se também que a maioria das pessoas, independente do meio pelo qual souberam da ferramenta, não tem conhecimento dos pontos de descarte, conforme pode ser observado pelo percentual médio abaixo de 20%, da quinta coluna da Tabela 7. A análise do conhecimento dos usuários será abordado com na Seção 5.3.

Ainda houve 49% de usuários que responderam *Outro* meio que conheceram a ferramenta na Tabela 7. O motivo pode ter sido o conhecimento da ferramenta por meios de notícias em jornais, em *sites* ou ainda por meio da indicação pessoal (amigos), como por exemplo, as indicações ocorridas entre alunos e professores dos cursos de computação

da UFSCar. Por esse motivo, foram acrescentadas no questionário, em 23 de agosto de 2014, as opções *Amigo* e *Site*.

A partir da matéria divulgada na versão *online* do jornal Cruzeiro do Sul, houve 206 compartilhamentos da notícia pela rede social Facebook. Também ocorreram 242 compartilhamentos diretos do *site* da ferramenta. Os demais compartilhamentos ocorridos internamente nas páginas das redes sociais não foram contabilizados no total. Conseguiu-se identificar cerca de 72 compartilhamentos em páginas pessoais, de organizações ambientais e páginas de notícias.

Analisando os canais de aquisição do *Google Analytics*, pela Figura 40, é possível visualizar somente os acessos com origem em *links* de redes sociais, onde dos 75 acessos do dia 17 de março, 29 eram de redes sociais, representando 38,66% do público total. As outras origens de acesso desse dia foram de acesso direto (40) e de busca orgânica (6).

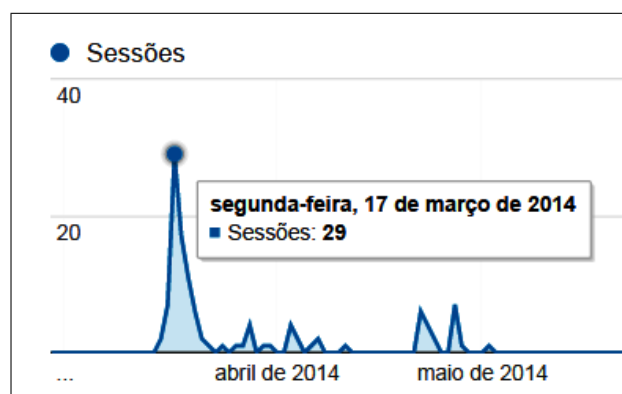


Figura 40 – Picos de visitas oriundas das Redes Sociais

Partindo dessa análise, também é possível detectar que no dia 18 de março de 2014 houve o maior número de acessos por meio de busca orgânica. Dos 65 acessos, 11 foram por meio de buscadores. No final de março, ocorreu um número considerável de acessos por meio de redirecionamento de outros endereços, como dos *sites* da pós graduação da UFSCar e do jornal Cruzeiro do Sul, de Sorocaba. Os picos de redirecionamento foram nos dias 27, 28 e 31 de março, onde ocorreram respectivamente 15, 17 e 16 redirecionamentos.

Por meio da Tabela 8, percebe-se que a forma direta, na qual o usuário digita o endereço da ferramenta, foi a forma mais utilizada de acessar a ferramenta em todo o período analisado, representando 53,5% do total.

Tabela 8 – Canais de Aquisição - Análise da origem de acesso

Canal de aquisição	No.	(%)
Direta	855	53,5%
Orgânica	479	30,0%
Referências	140	8,8%
Redes Sociais	123	7,7%

Conforme pode ser observado na Tabela 8, os *sites* de pesquisa (buscadores *Web*), também, se mostraram uma tecnologia importante de divulgação da ferramenta, pois até o dia 11 de outubro de 2014 30% do total dos acessos eram oriundos dos buscadores.

Observa-se também, pela Tabela 8, que 8,8% do total de acessos vieram por meio meios de referências de outros endereços da *Web*, ou seja, houve um interesse na ferramenta e os usuários usaram o *link* para redirecionamento.

Observando a linha do tempo dos tipos de acessos da ferramenta na Figura 41, nota-se que o acesso via redes sociais e por *links* de referência é constante, o acesso por meio direto também sofreu um aumento ao longo do tempo, mas a forma de acesso que se destacou é o de busca orgânica. Percebe-se que inicialmente, até 27 de abril de 2014, tinham 45 acessos (sessões) à ferramenta por meio orgânico, atingindo em 11 de outubro a marca de 479 acessos.

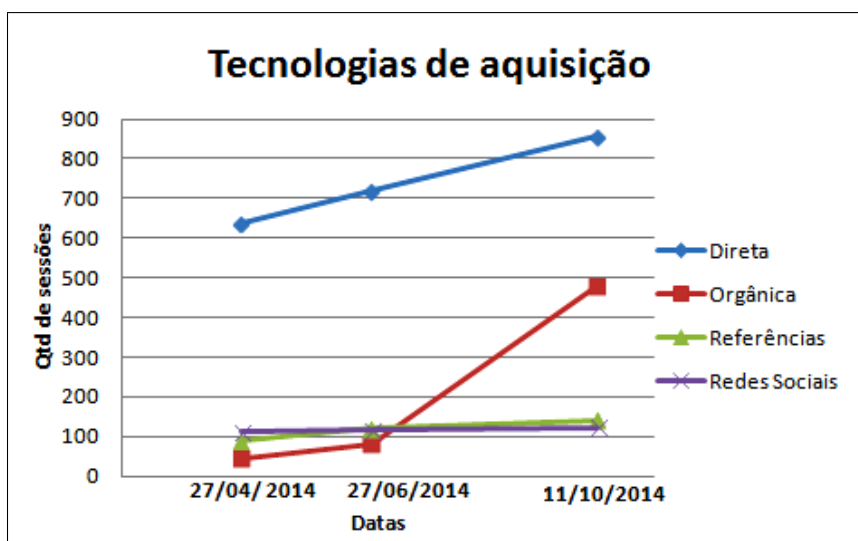


Figura 41 – Tecnologias de acessos a ferramenta

Mediante esses dados, pode-se colocar a situação: como no questionário na pergunta meio pelo qual o usuário teve conhecimento da ferramenta a opção *sites* de busca não foi inicialmente disponibilizada, fica a hipótese de que alguns usuários que responderam Outros ficaram conhecendo a ferramenta por meio de alguma pesquisa realizada nos *sites* de busca.

Para comprovar essa situação, pelo *Google Analytics*, verificou-se as expressões de pesquisa usadas na busca orgânica para acessar a ferramenta. Foram encontradas 11 expressões do tipo "ecopontos em sorocaba" e outras procurando pontos de descarte em outras cidades. O interessante é que nessa investigação 7 pessoas pesquisaram pelo nome da ferramenta e estavam digitando seu nome errado, como "achemeuecoponto".

Conclui-se, com o panorama apresentado, que as tecnologias *Web* se complementam e auxiliam na difusão de informações. A forma de acesso da ferramenta se altera ao longo

do tempo, e que mais de um terço dos usuários, via questionário, ficaram conhecendo da ferramenta por meio das redes sociais, a maioria pelo Facebook. Pode-se ainda, colocar a seguinte situação: na medida em que as pessoas conhecem a ferramenta é usada a busca orgânica para encontrá-la.

Mesmo as redes sociais auxiliando na divulgação da ferramenta, existe a dificuldade de saber qual o tamanho total do alcance conseguido por meio dela e o quanto ela influenciou na repercussão da ferramenta. Nesse projeto não foram utilizados métodos de análise de redes sociais, abordado na Seção 2.2 do Capítulo 2.

A Tabela 9 mostra as tecnologias utilizadas para acesso a ferramenta. São três colunas, sem relação entre elas. A primeira coluna mostra o percentual representativo de cada plataforma. A segunda e terceira coluna apresentam os *browsers* e sistemas operacionais mais utilizados. Em relação as plataformas utilizadas para acesso, a maioria (85,8%) utilizou *desktop*. Entre os *browsers* mais usados, o Chrome apareceu em primeiro lugar com 72,21%, o Internet Explorer em segundo com 13,51%, o Firefox em terceiro com 7,5%, e ainda, com um percentual menos expressivos o Safari, o Opera e o Mozilla. O sistema operacional MS Windows foi o mais utilizado, com 81,81% dos usuários, em segundo o Android com 10,50%, e os demais sistemas (Linux, Macintosh, Windows Phone) não atingiram a 4% .

Tabela 9 – Tecnologias de acesso

Plataforma	Browser (%)	Sistema Operacional (%)
Desktop 85,8%	Chrome 72,21%	Windows 81,81%
<i>Dispositivos móveis</i> 12,4%	Internet Explorer 13,51%	Android 10,50%
<i>Tablet</i> 1,8%	Firefox 6,7%	iOS 2,52%

Saber sobre a tecnologia utilizada pelo usuário é importante para direcionar o desenvolvimento da ferramenta em atendimento a esse público. Para a versão *Web* foi testada a ferramenta em diferentes tecnologias de acesso, para que funcionasse de forma adequada e atendesse aos usuários. Verificou-se que foi adequado o funcionamento em todos os *browsers* e em plataforma desktop. A ferramenta funciona em dispositivos móveis e *tablets*, mas o ideal é o uso da versão própria para esses tipos de dispositivos.

5.2.2 Alcance geográfico das redes sociais

Para conhecer o alcance geográfico a partir das redes sociais, foram analisadas as cidades e estados dos questionários respondidos. Dos usuários que responderam que as redes sociais foram o meio pelo qual conheceram a ferramenta, detectou-se que os estados alcançados foram Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo, e desses estados 21 cidades.

Se forem analisadas as cidades com ecopontos mapeados, percebe-se que dos 106 usuários que tomaram conhecimento da ferramenta via rede social, 61,3% são de Sorocaba, 8,5% são de Itu, 5,7% são de São Carlos, 2,9% são de São Paulo e 2% são de Votorantim. Deve-se ainda destacar que, dos usuários de Sorocaba, 81,5% desconhecem os ecopontos próximos, já os de Itu são 90%.

Para confirmar esse alcance também investigou-se as localidades geográficas dos acessos à ferramenta oriundos das redes sociais, via *Google Analytics*. Como resultado, verificou-se acessos com origem na Alemanha, no Canadá e na Bélgica. Se analisarmos os acessos no Brasil, foram de 19 cidades, dos estados do Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Mato Grosso. Só da cidade de Sorocaba foram 43 acessos.

Conclui-se que a rede social ajudou a atingir países de outros continentes, e que nacionalmente teve uma repercussão maior que o previsto, atingindo 4 estados e mais de 15 cidades que não tinham ecopontos mapeados. Constatou-se também que essa disseminação pela rede social ocorreu de maneira rápida. Na primeira semana da divulgação da ferramenta, se atingiu o Brasil e mais 2 países, 13 cidades e 2 estados nacionais.

5.3 Que público utiliza a ferramenta e qual seu conhecimento sobre os pontos de descarte?

Nessa seção são feitas duas análises que se complementam, a análise do público que utilizou a ferramenta e a análise do seu conhecimento sobre os pontos de descarte. Dentro da análise do conhecimento, descrita na Subseção 5.3.1 são verificadas apenas as respostas dos questionários, enquanto que na Subseção 5.3.2 serão analisadas as respostas do questionário e seus acessos no *Google Analytics*.

5.3.1 Conhecimento sobre os pontos de descarte

O número mais significativo dos dados analisados, que comprova a importância da pesquisa, é o número de respostas das pessoas que desconhecem os pontos de descarte. Conforme mostrado na Tabela 10, das 343 pessoas que responderam ao questionário, apenas 51 responderam que conhecem os pontos, ou seja quase 82% desconhecem os pontos de destinação.

Tabela 10 – Tem conhecimento sobre os pontos de descarte?

Resposta	No.	(%)
Sim	51	14,87%
Não	281	81,92%
Não preencheu	11	3,21%

Percebe-se na Tabela 11, que em Sorocaba, 87,5% dos usuários disseram desconhecer os pontos, de um total de 192 usuários. Em Itu o índice de desconhecimento também é alto, de 30 pessoas, 86,7% disseram não conhecer os pontos de descarte.

Tabela 11 – Número de usuários que desconhecem os pontos de descarte

Cidade	No.	(%)
Sorocaba	168/ 192	87,5%
Itu	26/30	86,7%

O percentual de 81,92% de usuários que desconhecem os pontos de destinação, da Tabela 10, explica as respostas da questão **Por que você quer conhecer essa ferramenta?**, em que, dos 229 usuários que responderam, 65,5% dos usuários responderam que o motivo é para darem destinação correta aos resíduos, conforme mostrado na segunda coluna da Tabela 12.

Tabela 12 – Por que você quer conhecer essa ferramenta?

Resposta	No.	(%)
Para destinar corretamente	150	65,5%
Para ver seu funcionamento	64	28%
Outro	15	6,5%

Ao analisar os municípios de Sorocaba e Itu, percebe-se que a maioria dos usuários dessas cidades responderam que o motivo pelo qual quiseram conhecer a ferramenta foi para destinar corretamente seus resíduos. Observa-se na Tabela 13, que dos 112 usuários de Sorocaba que responderam a questão, 75 querem conhecer para dar destinação correta aos resíduos, representando a 67% do total de usuários. Já entre os usuários de Itu, 9 de 16 querem dar destinação correta, representando 56,25%.

Tabela 13 – Por que você quer conhecer essa ferramenta? (por município)

Cidade	Para destinar corretamente	Para ver seu funcionamento	Outro
	No./No.total (%)	No./No.total (%)	No./No.total(%)
Sorocaba	75/112 (67,0%)	31/112 (27,67%)	6/112 (5,36%)
Votorantim	9/16 (56,25%)	7/16 (43,75%)	0/112 (0%)

A Tabela 14 relaciona o conhecimento das pessoas sobre os ecopontos com a motivação de conhecer à ferramenta. Na primeira coluna são colocadas os motivos pelo qual o usuário acessa a ferramenta e nas outras colunas o desconhecimento desse usuário quanto à destinação correta de resíduos.

Se for analisada a finalidade da ferramenta, de orientação da existência dos pontos de descarte, mesmo os usuários que responderam que queriam conhecer o funcionamento da ferramenta acabaram descobrindo a existência dos pontos de descarte. Analisando esses usuários constatou-se, pela Tabela 14, que 82,8% desconheciam os ecopontos de descarte.

Tabela 14 – Desconhecimento dos usuários dos pontos de descarte

Motivo de conhecer a ferramenta	Usuários que não conhecem os pontos de descarte	
	No.	(%)
Para destinar corretamente	131	87,3%
Para ver seu funcionamento	53	82,8%
Outro	11	73,3%

Os resultados dessa subseção demonstraram o quanto são necessárias ferramentas de orientação de descarte adequado. Os gestores devem analisar esses resultados com preocupação, devido aos percentuais expressivos das pessoas que responderam desconhecer os pontos de descarte. Percebe-se, também, a existência de um número significativo de pessoas que querem destinar corretamente, mas que desconhecem os pontos de descarte.

5.3.2 Perfil de usuário

Foram analisados alguns atributos pessoais dos usuários para tentar traçar o perfil do público que utiliza a ferramenta. Entre os atributos estão o gênero, a faixa etária, a escolaridade e o ramo de atividade em que trabalha.

As Tabela 15 e Tabela 16 tiveram seus dados obtidos de duas formas, pelas respostas dos questionários e pelo *Google Analytics*. A Tabela 15 apresenta o gênero predominante dos usuários. Foi colocado o sexo como gênero no questionário, devido a esse sinônimo ser usado nas redes sociais.

Conforme a Tabela 15 mostra, há a predominância de usuários do sexo masculino, tanto em termos de acesso quanto em resposta ao questionário.

Tabela 15 – Sexo dos usuários

Gênero	Questionário (%)	<i>Google Analytics</i> (%)
Masculino	51,60%	57,11%
Feminino	36,44%	42,89%
Não respondeu	11,95%	-

As faixas etárias do questionário e do *Google Analytics* são distintas, porém a proximidade entre elas permite uma avaliação única. No questionário foram 6 faixas (1-17, 18-25, 26-35, 36-50, 51-64, >65) e no *Google Analytics*, também, 6 (18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, >65).

Analisando a Tabela 16, observa-se que a predominância de faixa etária via questionário é de 18 à 25 anos e no de acessos, via *Google Analytics*, de 25 à 34 anos, com respectivamente 29,45% e 52,8%. Mediante a tabela pode se verificar que a faixa etária predominante, nos dois meios de coleta, é de 18 à 35 anos.

Tabela 16 – Faixa Etária dos usuários

Questionário	No.(%)	Google Analytics	No.(%)
1-17	4 (1,17%)	-	-
18-25	101(29,45%)	18-24	104 (11,7%)
26-35	98 (28,57%)	25-34	471 (52,8%)
36-50	92 (26,82%)	35-44	151 (16,9%)
51-64	30 (8,75%)	45-54	77 (8,6%)
	18 (5,25%)	55-64	58 (6,5%)
>65	0	>65	31 (3,5%)

Quanto à escolaridade, a predominância é de usuários de nível superior, sendo 30,32% de superior incompleto e 26,53% de superior completo. Nas demais faixas, abaixo do superior incompleto, temos 18,66% e acima 24,49% dos usuários, conforme mostra a Tabela 17.

Tabela 17 – Escolaridade dos usuários

Escolaridade	No.	(%)
Fundamental incompleto ou em andamento	19	5,54%
Fundamental concluído	5	1,46%
Médio incompleto ou em andamento	2	0,58%
Médio concluído	38	11,08%
Superior concluído	91	26,53%
Superior incompleto ou em andamento	104	30,32%
Especialização concluída	36	10,50%
Especialização incompleta ou em andamento	2	0,58%
Mestrado incompleto ou em andamento	4	1,17%
Mestrado concluído	26	7,58%
Doutorado incompleto ou em andamento	1	0,29%
Doutorado concluído	15	4,37%

Analisando estes dados, fica evidente que a ferramenta atingiu menos de 20% as classes com pouca escolaridade, que na população brasileira representa a maioria, pois segundo o IBGE [2010b], o número de brasileiros com escolaridade até ensino médio incompleto é de 67,6%. Esse resultado pode ter ocorrido devido a divulgação da ferramenta ter sido realizada principalmente no meio acadêmico superior.

Via questionário foi verificado que, os usuários que apresentam superior incompleto ou concluído estão entre as faixas etárias que vão de 18 a 35 anos, representando um percentual de 55,61%.

A Tabela 18 apresenta a classificação dos ramos de atividade dos usuários, ordenada de forma decrescente pela quantidade de respostas. Há um grande número de estudantes, de profissionais da área da computação ou TI, de servidores públicos, de profissionais da educação, da indústria, de outros segmentos e que não trabalham.

Como essa questão aceita mais de uma resposta, houve situação em que o usuário selecionou mais de um ramo de atividade. Dos 55 usuários que responderam que são da área de computação, 13 deles também responderam que são estudantes.

Tabela 18 – Ramo de atividade dos usuários

Ramo de Atividade	No.	(%)
Estudante	55	16,03%
Computação/TI	55	16,03%
Servidor público	40	11,66%
Educação	29	8,45%
Indústria	27	7,87%
Outros	26	7,58%
Não trabalha	24	7,00%
Aposentado	17	4,96%
Comércio	16	4,66%
Autônomo	15	4,37%
Meio ambiente	13	3,79%
Saúde	10	2,92%
Do Lar	6	1,75%
Não preencheu	4	1,17%
Construção	3	0,87%
Limpeza e Manutenção	2	0,58%
Eventos/ Esportes/ Artes	1	0,29%
Alimentos	0	0,00%
Agricultura	0	0,00%

Procurando associar o conhecimento dos pontos de descarte pelos ramos de atividades dos usuários, constatou-se que 85,5% dos usuários estudantes desconhecem os pontos de descarte, o que representa 47 usuários do total de 55. Mesmo os usuários que responderam serem da área de meio ambiente, 11 usuários não conhecem os pontos, representando 95,5%.

5.4 Sumário das análises

Ao final das análises é possível responder as três questões que permearam nessa dissertação e atingir ao objetivo de análise de dados.

Em relação à primeira questão, **Qual o alcance da ferramenta?**, verificou-se que a ferramenta alcançou os usuários de diversas localidades, com acessos nacionais e internacionais, sendo que as cidades com maior número de acessos e questionários respondidos foram dos municípios que tiveram os pontos de descartes mapeados, conforme expectativa.

Na segunda questão, **Será que as tecnologias WEB influenciam na difusão de informações relacionadas ao descarte adequado de resíduos sólidos?**, confirmou-se que as tecnologias Web auxiliam na divulgação das informações dos ecopontos, pois mais de um terço dos usuários responderam no questionário que o conhecimento da ferramenta ocorreu pela recomendação nas redes sociais. Também ocorreram diversos compartilhamentos a partir das opções **Recomendar** e **Compartilhar** das redes sociais, disponível na interface da ferramenta. Esses compartilhamentos permitiram que a ferra-

menta fosse conhecida em outros países e estados. Além disso, houve a divulgação da ferramenta em sites de notícias e páginas pessoais das redes sociais. Os sites de busca mostraram-se também uma tecnologia *Web* que deve ser explorada para a difusão da informação, podendo-se adotar os serviços de otimização de site (*Engine Optimization Search-SEO*). As tecnologias de acesso usadas eram as esperadas (*desktop*, Windows e Chrome).

Respondendo a terceira questão **Qual público que utiliza a ferramenta e seu conhecimento sobre os pontos de descarte?** mediante a coleta de dados dos questionários respondidos e do *Google Analytics* traçou-se o perfil do público. Os usuários são predominantemente do sexo masculino, porém sem diferença percentual considerável, com faixa etária de 18 a 35 anos e de ensino superior completo e incompleto. A área de atuação do público é diversificada com destaque para estudante, computação e servidor público. Em relação ao conhecimento dos pontos de descarte comprova-se desconhecimento expressivo, contudo, a maioria dos usuários que responderam o questionário mostraram interessante de destinar os resíduos corretamente.

As Tabela 19, Tabela 20 e Tabela 21 contêm uma síntese das respostas às questões correspondentes.

Tabela 19 – Questão 1

Qual o alcance da ferramenta?

- Acessos
 - 1597 usuários acessaram a ferramenta - 1058 usuários únicos e 539 recorrentes
 - 6008 páginas visualizadas - duração média de acesso de 6 minutos
 - pico de acesso: 75 sessões em 17 de março
 - 1564 acessos do Brasil, 15 Estados Unidos, 3 Portugal, 3 Rússia, 2 Alemanha, 1 Reino Unido, 1 Canadá, 1 Colômbia, 1 Costa Rica, 1 Bélgica, 1 Espanha, 1 Suécia.
 - 16 estados do Brasil - São Paulo (91,94%), Rio Grande do Sul (2,17%), Minas Gerais (1,53%), Rio de Janeiro (1,40%), Paraná (0,76%), Espírito Santo (0,64%)
 - 65 cidades do Brasil - Sorocaba (49,29%), São Paulo (14,51%), Itu (8,12%), São Carlos (2,3%)
 - Respostas de questionários
 - 343 questionários respondidos
 - 11 estados do Brasil - São Paulo (95,04%), Rio de Janeiro (1,46%)
 - 54 cidades do Brasil - Sorocaba (55,98%), Itu (8,75%), São Carlos (7,0%), São Paulo (4,66%)
-
-

Tabela 20 – Questão 2

Será que as tecnologias Web influenciam na difusão de informações relacionadas ao descarte adequado de resíduos sólidos?

- 31% das respostas dos questionários obtiveram a recomendação da ferramenta por meio das redes sociais- sendo 81% delas desconhecem os pontos de descarte
 - 30% do total dos acessos são oriundos de *sites* de busca
 - 8,8% do total de acessos por links de notícias e de outros *sites Web*
 - 7,7% do total de acessos por redes sociais
 - 206 compartilhamentos da notícia da ferramenta publicada no Jornal Cruzeiro do Sul de Sorocaba
 - 237 compartilhamentos da ferramenta pela própria interface da ferramenta
 - 70 compartilhamento diversos em páginas pessoais, de empresas, de sites de notícias
 - atingiu na 1ª semana de divulgação, via rede social, 3 países (Alemanha, Canadá e Bélgica), 5 estados (Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Mato Grosso) e 21 cidades.
 - Tecnologia utilizada pelo usuário
 - 85,8% acessaram por *desktop* e 12,4% por dispositivos móveis
 - 72,21% utilizam o navegador Chrome e 13,51% Internet Explorer
 - 81,81% usam sistema operacional Windows e 10,5% Android
-
-

Tabela 21 – Questão 3

Qual público que utiliza a ferramenta e seu conhecimento sobre os pontos de descarte?

- Conhecimento dos usuários quanto a destinação dos resíduos
 - 81,92% não conheciam os pontos de descarte próximos
 - 82,8% do total dos usuários de Sorocaba desconhecem os ecopontos
 - 86,7% do total dos usuários de Itu desconhecem os ecopontos
 - 65,5% dos usuários querem destinar corretamente - desses 87,35% desconhecem os pontos de descarte
 - Perfil do usuário
 - predominância de público masculino (total: 51,60% no questionário e 57,11% por acesso)
 - predominância de jovem com idade de 18 à 35 anos
 - predominância de usuários de nível superior (56,85%)
 - ramo de atividade: Estudante 16,03%, Computação/TI 16,03%, Servidor público 11,66% , Educação 8,45%, Indústria 7,87%
-
-

6 Conclusões

O problema da gestão de resíduos sólidos é complexo e antigo e um exemplo é a própria PNRS, que ficou 20 anos em debate até ser aprovada. Nessa pesquisa foi abordada uma vertente desse problema, que é o da destinação adequada dos resíduos sólidos, cujos percentuais apresentados são preocupantes. Há um aumento constante na geração de resíduos no Brasil e o percentual de destinação para lixões e aterros controlados ainda é alto, mesmo tendo um aumento na destinação para aterros sanitários. Considerando, que dentre os instrumentos da PNRS, está o incentivo à reciclagem no país e, considerando ainda que, o percentual de resíduos encaminhados as unidades de triagem no Brasil, em 2008, foi de 1,2% e nos municípios pesquisados, Sorocaba e Itu foi de 2% e 5% respectivamente, desenvolveu-se uma proposta *Web* para ajudar no atendimento da PNRS, a ferramenta AcheSeuEcoponto. O objetivo dela é auxiliar a população a destinar adequadamente seus resíduos sólidos e os gestores na gestão dessa destinação e dos ecopontos.

Entre as funcionalidades existentes, o usuário conta com opções de consulta para identificar o ecoponto desejado, de acordo com o tipo de resíduo que queira destinar. Também são disponibilizadas opções de geolocalização e detecção do ecoponto mais próximo ao local de origem do usuário, assim como o traçado da rota de acordo com o meio de locomoção. O gestor conta com funcionalidades estratégicas, de geração de relatórios e visualização geoespacial dos ecopontos do município, incluindo relação dos ecopontos mais procurados e das áreas carentes por determinados tipos de ecopontos.

Essa ferramenta foi desenvolvida de acordo com as motivações resultantes da revisão sistemática realizada, que mostraram a importância do emprego das tecnologias SIG na GRS e do poder das tecnologias *Web* para difusão da informação. Ao final dessa dissertação comprovou-se pelo AcheSeuEcoponto que elementos como geotecnologias, redes sociais, geoprocessamento, *sites de busca*, tecnologias de análise de domínio *Web*, entre outros, são uma alternativa de apoio para ajudar a resolver os problemas de destinação dos resíduos, podendo ser usadas pelos gestores públicos. Por meio dessas TICs o gestor conta com uma série de recursos para apoiá-lo na criação de políticas públicas para a GRS.

Um princípio destacado na ferramenta é a disponibilização de informações de pontos legalizados, que nesse trabalho se tornou possível pelo apoio do gestor público dos municípios adotados. Como mostrado nessa dissertação, há muita informação incorreta na *Web*, algumas vezes orientando à população a descartar incorretamente.

Os resultados alcançados mostram que os objetivos propostos foram atingidos, conseguindo responder de maneira satisfatória a todas as questões formuladas no início da pesquisa. Ao final, conclui-se que:

- desenvolveu-se uma ferramenta computacional que ajuda a orientar a população a destinar corretamente seus resíduos sólidos, com funcionalidades que incentivam o usuário ao descarte adequado;
- conseguiu-se, com o apoio das prefeituras de Sorocaba, Itu, Votorantim e São Carlos mapear ecopontos legalizados;
- a pesquisa e a ferramenta obtiveram repercussão no meio científico e nos meios de comunicação digital e impresso;
- as tecnologias *Web* foram importantes na disseminação da ferramenta;
- as redes sociais tiveram um papel importante, pois por meio dela 31% dos usuários conheceram a ferramenta, e também a partir delas se alcançaram 4 países, 5 estados e 21 cidades;
- os *sites* de busca contribuíram para o acesso e descoberta da ferramenta, com 30% do total de acesso;
- conseguiu-se a recomendação e o compartilhamento da ferramenta pela rede social por meio dos mais de 500 compartilhamentos;
- a ferramenta alcançou quase 1600 acessos de usuários, desses 33% são recorrentes e 343 responderam ao questionário formulado. Houve participação dos usuários das cidades adotadas, inclusive Sorocaba foi a que teve maior participação, com cerca de 50% do total de usuários. Além disso o alcance propagou-se também a 12 países, 16 estados e 65 cidades brasileiras;
- identificou-se um percentual expressivo (82%) de usuários que desconhecem os pontos de descarte de resíduos sólidos e de usuários que querem destinar corretamente (65%).
- conseguiu-se atingir um público predominantemente jovem, com escolaridade de nível superior, do sexo masculino e atuantes em diversos ramos de atividades;

O alto percentual de pessoas que não conhecem os pontos de descarte adequado é um fato que deve ser levado em consideração nas análises dos gestores, sobre o cenário de GRS em seus municípios, pois, apresentam um percentual elevado de resíduos sendo dispostos, na melhor das hipóteses, em aterros sanitários. Portanto, diante desse cenário, a ferramenta AcheSeuEcoponto pode ser utilizada em conjunto com outras ações de Educação Ambiental.

6.1 Contribuições

Entre as contribuições deste trabalho podem-se elencar:

- a ferramenta computacional *AcheSeuEcoponto*, desenvolvida e disponibilizada para uso da população, com funcionalidades que atendem aos gestores e aos munícipes;
- a publicação do artigo científica, intitulado *AcheSeuEcoponto: Aproximando a população dos pontos de coleta de resíduos sólidos urbanos*, publicado nos anais e apresentado no WCAMA, no Congresso da SBC [MELARÉ; FACELI; GONZÁLEZ, 2014];
- o desenvolvimento da revisão sistemática que investigou as soluções adotadas por diversos países para o problema de GRS, com o emprego das TICs e SAD. As publicações resultantes dessa revisão foram analisadas, comparadas e agrupadas, gerando um Relatório Técnico, que está em processo de disponibilização no Departamento da Computação da UFSCar, com o nome DComp-TR-001/2014.
- A partir do Relatório Técnico foi gerado um artigo científico da revisão sistemática completa;
- subsídios para o desenvolvimento de artigo científico do trabalho completo da dissertação, com a análise dos dados e resultados alcançados;
- as informações disponibilizadas aos gestores, que podem auxiliar no planejamento de ações de educação ambiental;
- a divulgação dos pontos de descarte adequados, por meio da ferramenta e da repercussão obtida com ela nos veículos de comunicação impressos e digitais.

6.2 Trabalhos futuros

Novas visitas serão realizadas às prefeituras de Itu, Sorocaba e Votorantim para disponibilização da ferramenta a partir de *link* nos *sites* oficiais desses municípios, incentivando-os à atualização dos dados e ampliação do cadastro de ecopontos mapeados. Será apresentado aos gestores o módulo estratégico da ferramenta, para apoio na gestão dos resíduos sólidos do município e os resultados já alcançados por meio desse módulo e pela própria ferramenta.

Em relação à ferramenta, pretende-se fazer melhorias no protótipo funcional, de acordo com a análise das violações heurísticas de usabilidade a serem realizadas. Será disponibilizada a versão para dispositivos móveis do aplicativo, que foi desenvolvida em parceria com um grupo de alunos da pós-graduação em Ciência da Computação da UFSCar,

e que está em fase de testes. Também, haverá um estudo para que a ferramenta atenda a outros municípios e possa estender seu filtro de consulta de ecoponto para outros tipos de resíduos a serem descartados adequadamente.

Os artigos, da revisão sistemática e da dissertação, serão submetidos para publicação em periódicos científicos qualificados na área da computação.

Referências

- ACHILLAS, C. et al. A multi-objective decision-making model to select waste electrical and electronic equipment transportation media. *RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING*, v. 66, p. 76–84, set. 2012. ISSN 0921-3449. Citado na página 38.
- AHMED, M. D.; SUNDARAM, D. Sustainability modelling and reporting: From roadmap to implementation. *Decision Support Systems*, v. 53, n. 3, p. 611 – 624, 2012. ISSN 0167-9236. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923612000620>>. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- ANTANASIJEVIC, D. et al. The forecasting of municipal waste generation using artificial neural networks and sustainability indicators. *SUSTAINABILITY SCIENCE*, v. 8, n. 1, p. 37–46, jan. 2013. ISSN 1862-4065. Citado na página 41.
- ARAÚJO, A. G. de; ALMEIDA, A. T. de. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método promethée. *Revista Gestão da Produção*, v. 16, p. 534–543, 2009. Citado na página 41.
- ARAUJO, M. G. et al. A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in brazil. *WASTE MANAGEMENT*, v. 32, n. 2, p. 335–342, fev. 2012. ISSN 0956-053X. Citado na página 38.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013*. ABRELPE, 2013. Disponível em: <www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2014. Citado na página 34.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE PET. *9º Censo de Reciclagem 2012*. Abipet, 2012. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarDownloads&categoria.id=3>>. Acesso em: 17 jul. 2014. Citado na página 37.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. *Relatório de Sustentabilidade 2012*. ABAL, 2012. Disponível em: <http://www.abal.org.br/downloads/Rel_Sust_ABAL_web.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2014. Citado na página 37.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO PAPELÃO ONDULADO-ABPO. *Anuário Estatístico 2012*. 1. ed. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.abpo.org.br/estatisticas_anuario.php>. Citado na página 21.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2014*. 1. ed. São Paulo, 2014. Citado na página 21.
- BARBIERI, J. C. *Gestão Ambiental Empresarial. Conceitos, Modelos e Instrumentos*. 2. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Ed. Saraiva, 2011. 25-335 p. Citado 4 vezes nas páginas 21, 30, 33 e 35.
- BOVEA, M. D. et al. Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. a spanish case study. *WASTE MANAGEMENT*, v. 30, n. 11, p. 2383–2395, nov. 2010. ISSN 0956-053X. Citado na página 36.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, Brasil, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: agos. 2013. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 31.

BRASIL. Lei nº 9.795/1999 - lei que institui a política nacional de educação ambiental. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, Brasil, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm>. Acesso em: agos. 2013. Citado na página 31.

BRASIL. Decreto nº 7.404/2010, que institui a política nacional de resíduos sólidos, cria comitê interministerial e comitê orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: dez. 2010. Citado 3 vezes nas páginas 24, 31 e 32.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. institui a política nacional de resíduos sólidos, altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: agos. 2013. Citado 6 vezes nas páginas 22, 24, 30, 31, 32 e 36.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2012*. Rio de Janeiro: SNIS, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRerterterTERTer=104>>. Citado 5 vezes nas páginas 13, 21, 34, 40 e 41.

CHIAVENATO, I. *Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações*. 7. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier, 2003. 442-455 p. Citado na página 41.

CRUZEIRO DO SUL. Engenheiro deposita materiais recicláveis no paço municipal. Sorocaba, 8 fev. 2014. Disponível em: <<http://www.cruzeirodosul.inf.br/materia/530378/engenheiro-deposita-materiais-reciclaveis-no-paco-municipal>>. Citado na página 25.

DAI, C.; LI, Y. P.; HUANG, G. H. A two-stage support-vector-regression optimization model for municipal solid waste management - a case study of beijing, china. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, v. 92, n. 12, p. 3023–3037, dez. 2011. ISSN 0301-4797. Citado na página 41.

DENG, A. et al. An optimal model and its algorithm for multi-echelon MSW recycling network design. In: *Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences (ICM), 2011 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 1, p. 254–259. Citado 3 vezes nas páginas 22, 38 e 42.

FACCIO, M.; PERSONA, A.; ZANIN, G. Waste collection multi objective model with real time traceability data. *WASTE MANAGEMENT*, v. 31, n. 12, p. 2391–2405, dez. 2011. ISSN 0956-053X. Citado 4 vezes nas páginas 30, 41, 42 e 43.

FIRDAUS, G.; AHMAD, A. Management of urban solid waste pollution in developing countries. *International Journal of Environmental Research*, v. 4, n. 4, p. 795–806, 2010. ISSN 17356865. Cited By (since 1996) 2. Citado 4 vezes nas páginas 21, 25, 29 e 30.

GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. Sustainability of manufacturing and services: Investigations for research and applications. *International Journal of Production Economics*, v. 140, n. 1, p. 35–47, 2012. ISSN 09255273. Cited By (since 1996) 3. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.

GUSMÃO, F. A. de. *Relatório Rio+20. O Modelo Brasileiro- Relatório de Sustentabilidade da Organização da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/relatorio-rio20>>. Citado na página 30.

HANNAN, M. A. et al. Radio frequency identification (RFID) and communication technologies for solid waste bin and truck monitoring system. *Waste Management*, v. 31, n. 12, p. 2406 – 2413, 2011. ISSN 0956-053X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X11003291>>. Citado na página 42.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000*. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações., 2002. Citado na página 33.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008*. 1. ed. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações., 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Citado 7 vezes nas páginas 13, 21, 22, 33, 35, 36 e 37.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Sinopse do Censo Demográfico 2010*. 1. ed. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Brasil_tab_1_4.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 98.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Industrial e Demográfica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2011. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>>. Citado na página 21.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Diagnóstico de Educação Ambiental em Resíduos Sólidos- Relatório de Pesquisa*. IPEA, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121002_relatorio_educacao_ambiental.pdf>. Citado 3 vezes nas páginas 25, 52 e 83.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Diagnóstico dos Instrumentos Econômicos e Sistemas de Informação para Gestão de Resíduos Sólidos- Relatório de Pesquisa*. 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814_relatorio_instrumentos_economicos.pdf>. Citado na página 47.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Pim - indicador de produção industrial mensal. n. 53, set 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=2947>. Citado na página 21.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos. GeoBrasil 2006*. [S.l.], 2006. Citado na página 43.

ISLAM, M. et al. Overview for solid waste bin monitoring and collection system. In: *Innovation Management and Technology Research (ICIMTR), 2012 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 258 –262. Citado na página 42.

ITU (MUNICÍPIO). *Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos*. Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria de Administração, 2013. Disponível em: <http://www.itu.sp.gov.br/painel/arquivos/pdf/21_10_2013_plano_de_gestao_de_residuos_solidos.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

JANG, Y.-C. Waste electrical and electronic equipment (WEEE) management in korea: Generation, collection, and recycling systems. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 12, n. 4, p. 283–294, 2010. ISSN 14384957. Cited By (since 1996) 0. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78649688550&partnerID=40&md5=dbf28b86cc91d73d58ca35ba409e2f16>>. Citado na página 38.

JORNAL FOLHA DA CIDADE. Professora da fatec itu desenvolve projeto voltado ao descarte de materiais recicláveis. 22 mar. 2014. Geral, p.8. Citado na página 82.

KANCHANABHAN, T. E. et al. Optimum municipal solid waste collection using geographical information system (GIS) and vehicle tracking for pallavapuram municipality. *WASTE MANAGEMENT & RESEARCH*, v. 29, n. 3, p. 323–339, mar. 2011. ISSN 0734-242X. Citado na página 42.

KITCHENHAM, B. et al. Systematic literature reviews in software engineering - a tertiary study. *Inf. Softw. Technol.*, Butterworth-Heinemann, Newton, MA, USA, v. 52, n. 8, p. 792–805, ago. 2010. ISSN 0950-5849. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2010.03.006>>. Citado na página 29.

KUO, T. C. Combination of case-based reasoning and analytical hierarchy process for providing intelligent decision support for product recycling strategies. *Expert Systems with Applications*, v. 37, n. 8, p. 5558 – 5563, 2010. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410000965>>. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 38.

LAZAREVIC, D. b. c. et al. Plastic waste management in the context of a european recycling society: Comparing results and uncertainties in a life cycle perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 55, n. 2, p. 246–259, 2010. ISSN 09213449. Cited By (since 1996) 9. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78649319944&partnerID=40&md5=43a33cfa37a9fc219e5d1ae81c977085>>. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.

LEWIS, M.; OGRA, A. An approach of geographic information system (GIS) for good urban governance. In: *Geoinformatics, 2010 18th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1 –6. Citado na página 42.

LIN, H.-Y. et al. An interactive optimization system for the location of supplementary recycling depots. *RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING*, v. 54, n. 10, p. 615–622, ago. 2010. ISSN 0921-3449. Citado 4 vezes nas páginas 23, 24, 41 e 42.

- LINO, F. A. M.; ISMAIL, K. A. R. Energy and environmental potential of solid waste in Brazil. *ENERGY POLICY*, v. 39, n. 6, p. 3496–3502, jun. 2011. ISSN 0301-4215. Citado na página 36.
- MALAKAHMAD, A.; KHALIL, N. Solid waste collection system in Ipoh city. In: *Business, Engineering and Industrial Applications (ICBEIA), 2011 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 174–179. Citado na página 38.
- MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais - aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, scielo, v. 30, n. 1, p. 71–81, 2001. ISSN 0100-1965. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652001000100009&nrm=iso>. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 45.
- MELARÉ, A. V. de S.; FACELI, K.; GONZÁLEZ, S. M. Ferramenta acheseuecoponto: aproximando a população dos pontos de coleta de resíduos sólidos urbanos. *V Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais- WCAMA- XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação-CSBC 2014*, BDBComp, p. 1161–1170, 07 2014. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/servlet/Evento?id=735>>. Citado 2 vezes nas páginas 82 e 105.
- MI, L.; LIU, N.; ZHOU, B. Disposal methods for municipal solid wastes and its development trend. In: *Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE), 2010 4th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–4. Citado na página 38.
- MOURA, L. A. A. de. *Qualidade e Gestão Ambiental. Sustentabilidade e ISO 14.001*. 6. ed. Belo Horizonte, Brasil: Del Rey, 2011. 67-74 p. Citado 5 vezes nas páginas 23, 30, 35, 36 e 38.
- NIELSEN, J. 10 usability heuristics for user interface design. In: . [s.n.], 1995. Disponível em: <<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>>. Citado 5 vezes nas páginas 46, 50, 78, 117 e 123.
- OLIVEIRA, A. Mestranda desenvolve ferramenta que exhibe ecopontos de descarte. *Jornal Cruzeiro do Sul*, Sorocaba, 15 mar. 2014. Caderno de Economia - Ciência e Tecnologia, p. B6. Disponível em: <<http://www.cruzeirodosul.inf.br/materia/536538/mestranda-desenvolve-ferramenta-que-exibe-ecopontos-de-descarte>>. Citado na página 81.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Relatório das Nações Unidas. The Millennium Development Goals Report 2005*. ONU, 2005. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/mi/pdf/mdg%20book.pdf>>. Acesso em: agos. 2013. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 30.
- PHILLIS, Y. A.; GRIGOROUDIS, E.; KOUIKOGLU, V. S. Sustainability ranking and improvement of countries. *ECOLOGICAL ECONOMICS*, v. 70, n. 3, p. 542–553, jan. 2011. ISSN 0921-8009. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 30.
- PHUC, P. N. K.; YU, V.; CHOU, S.-Y. Optimizing the fuzzy closed-loop supply chain for electrical and electronic products. In: *Fuzzy Theory and its Applications (iFUZZY), 2012 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 316–321. Citado na página 38.

- PIMENTA, F. M. et al. *Servidores de Mapas. Programação para Disponibilizar Dados Geográficos Multidisciplinares Utilizando Tecnologias Livres*. 1. ed. Brasília, Brasil: Embrapa, 2012. 216 p. p. Citado na página 43.
- PIMENTEL, M.; FUKS, H. *Sistemas colaborativos*. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier-Campus, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 13, 44 e 45.
- PINHO, J. C. A. de Abreu e José Antônio Gomes de. As redes sociais nas sociedades em redes: O caso da plataforma dos movimentos sociais pela reforma do sistema político brasileiro. V *CONVIBRA Congresso Virtual Brasileiro de Administração*, 2008. Citado na página 44.
- PIRES, A.; MARTINHO, G.; CHANG, N.-B. Solid waste management in european countries: A review of systems analysis techniques. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, v. 92, n. 4, p. 1033–1050, abr. 2011. ISSN 0301-4797. Citado na página 36.
- PIRES, A.; MARTINHO, G.; CHANG, N.-B. Solid waste management in european countries: A review of systems analysis techniques. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, v. 92, n. 4, p. 1033–1050, abr. 2011. ISSN 0301-4797. Citado na página 42.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA MEIO AMBIENTE, INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, UNIVERSIDADE LIVRE DA MATA ATLÂNTICA. *Perspectivas do Meio Ambiente Mundial-2002 GEO-3: passado, presente e futuro*. 1. ed. PNUMA, 2004. 277-277 p. ISSN ISBN: 85-7300-165-8- IBAMA. Disponível em: <http://www.wwiuama.org.br/geo_mundial_arquivos/capa_pretexto.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- 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*, n. 0, p. –, 2013. ISSN 0956-053X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X1300007X>>. Citado 3 vezes nas páginas 23, 41 e 42.
- REN, L.; HE, Y. Optimization of forward/reverse logistics networks for electronic products. In: *Information Science and Management Engineering (ISME), 2010 International Conference of*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 2, p. 536 –538. Citado na página 38.
- REVISTA REGIONAL. Professora cria aplicativo que localiza ecopontos. ano 12, n. 133, maio 2014. Caderno Mundo Melhor, p.40. Citado na página 82.
- SEOK, H.; NOF, S. Y.; FILIP, F. G. Sustainability decision support system based on collaborative control theory. *Annual Reviews in Control*, v. 36, n. 1, p. 85 – 100, 2012. ISSN 1367-5788. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1367578812000089>>. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- SIMÕES, G. V. B. *Contabilidade Ambiental do Processo de Coleta Seletiva na Cidade de Sorocaba*. 110 p. Tese (Doutorado) — Programa de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Paulista- UNIP, 2012. Disponível em: <http://www3.unip.br/ensino/pos_graduacao/strictosensu/eng_producao/download/eng_gislainevilasboassimoes.swf>. Acesso em: 14 set. 2014. Citado na página 39.

SIMON, H. A. O. *Administrative Behavior*. 4. ed. [S.l.]: Simon and Schuster, 1997. Citado na página 41.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. *Perfil Municipal – Sorocaba, Itu*. São Paulo: Fundação SEAD, 2014. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em: agos. 2014. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.

SOROCABA (MUNICÍPIO). *Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Sorocaba-Versão Preliminar*. [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://www.meioambientesorocaba.com.br/sema/UserFiles/file/Residuos%202014/Relat%C3%B3rio%20R-3%20PMGIRS.pdf>>. Citado 3 vezes nas páginas 39, 40 e 41.

TACHIZAWA, T. *Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: Estratégias de Negócios Focadas na Realidade Brasileira*. 7. ed. [S.l.]: Atlas, 2011. 31-34 p. Citado na página 41.

TAI, J. et al. Municipal solid waste source-separated collection in china: A comparative analysis. *WASTE MANAGEMENT*, v. 31, n. 8, p. 1673–1682, ago. 2011. ISSN 0956-053X. Citado na página 38.

TAO, C.; XIANG, L. Municipal solid waste recycle management information platform based on internet of things technology. In: *Multimedia Information Networking and Security (MINES), 2010 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 729 –732. Citado 3 vezes nas páginas 22, 38 e 42.

TAO, J. Reverse logistics information system of e-waste based on internet. In: *Challenges in Environmental Science and Computer Engineering (CESCE), 2010 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 1, p. 447 –450. Citado na página 38.

TARA, H. *O Poder das Redes Sociais: como o fator Whuffie- seu valor no mundo digital pode maximizar os resultados de seus negócios*. São Paulo, Brasil: Gente, 2010. Citado na página 45.

TRALHAO, L.; RODRIGUES, J. C.; ALMEIDA, L. A. A multiobjective modeling approach to locate multi-compartment containers for urban-sorted waste. *WASTE MANAGEMENT*, v. 30, n. 12, p. 2418–2429, dez. 2010. ISSN 0956-053X. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 42.

TRAPPEY, A. J. C.; TRAPPEY, C. V.; WU, C.-R. Genetic algorithm dynamic performance evaluation for RFID reverse logistic management. *Expert Systems with Applications*, v. 37, n. 11, p. 7329 – 7335, 2010. ISSN 0957-4174. <ce:title>Advances in Aligning Knowledge Systems, Improving Business Logistics, Driving Innovation and Adapting Customer Centric Services</ce:title>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410002976>>. Citado na página 42.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies - Recycling- From E-Waste to Resources*. 2009. Disponível em: <http://www.unep.org/pdf/Recycling_From_e-waste_to_resources.pdf>. Acesso em: 2014. Citado na página 38.

WANG, F. et al. The best-of-2-worlds philosophy: Developing local dismantling and global infrastructure network for sustainable e-waste treatment in emerging economies. *WASTE*

- MANAGEMENT*, v. 32, n. 11, p. 2134–2146, nov. 2012. ISSN 0956-053X. Citado na página 38.
- XU, K.; CONG, H. A framework of sustainable supply chain management in beijing environmental logistics. In: *Computational Sciences and Optimization (CSO), 2011 Fourth International Joint Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1263 –1266. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- XU, Z.; COORS, V. Combining system dynamics model, GIS and 3d visualization in sustainability assessment of urban residential development. *Building and Environment*, v. 47, n. 0, p. 272 – 287, 2012. ISSN 0360-1323. <ce:title>International Workshop on Ventilation, Comfort, and Health in Transport Vehicles</ce:title>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132311002204>>. Citado na página 41.
- YANG, Q.; SHEN, Z. Managing sustainability for the development of sustainable recycling technologies. In: *Management of Innovation and Technology (ICMIT), 2010 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 646 –651. Citado na página 38.
- ZAMBONI, A. B. et al. Uma ferramenta computacional de apoio à revisão sistemática. In: *Congresso Brasileiro de Software– Sessão de Ferramentas*. Salvador, BA, Brasil: [s.n.], 2010. Citado na página 29.
- ZHAO, D.; SHAO, H. The construction of management system model for environmental assessment of solid waste. In: *Intelligent Computing and Intelligent Systems (ICIS), 2010 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 2, p. 351 –355. Citado na página 30.

APÊNDICE A – Questionário de coleta de dados do público

Neste apêndice é apresentado o questionário usado para a coleta de dados do usuário que utilizou a ferramenta AcheSeuEcoponto.

Questão	Alternativas de resposta
Teve recomendação por meio de:	Rede Social , Jornal ,Outro, Amigo, Site
Sabe quais são os pontos de coleta mais próximos a você?	Sim, Não
Por que você quer conhecer essa ferramenta :	Para dar destinação correta aos resíduos, Para conhecer seu funcionamento, Outro
Gênero:	F, M
Idade:	1-17, 18-25, 26-35, 36-50, 51-64, >65
Escolaridade:	Fundamental incompleto ou em andamento, Fundamental concluído, Médio incompleto ou em andamento, Médio concluído, Superior incompleto ou em andamento, Superior concluído, Especialização incompleto ou em andamento, Especialização concluída, Mestrado incompleto ou em andamento, Mestrado concluído, Doutorado incompleto ou em andamento, Doutorado concluído
Ramo de Atividade - Selecciona em que segmentos trabalha:	Não Trabalha, Do Lar, Aposentado, Estudante, Servidor público , Meio ambiente, Indústria, Comércio, Educação, Saúde, Construção, Eventos/ Esportes/ Artes, Computação/Tecnologia da Informação, Limpeza e Manutenção, Alimentos, Agricultura, Autônomo, Outros
País:	Brasil, Outro
Estado	<Lista dos estados>
Cidade	<Lista de todas as cidades de todos os estados>

APÊNDICE B – Análise dos projetos relacionados

Abaixo segue a descrição de alguns problemas encontrados nos projetos semelhantes, seguindo a avaliação heurística de interfaces propostas por Nielsen [1995].

a) Rota da Reciclagem

- A Casa do Cidadão de Sorocaba é enquadrada no site como PEV que recebe os tipos padrões de recicláveis, porém ela só recebe pilhas e baterias pequenas. Também não é disponibilizado o telefone da Casa do Cidadão Ipanema para contato e a foto mostrada no site não se refere ao local (Figura 42).



Figura 42 – Ponto de descarte de pilhas e baterias indicado para descarte de outros materiais

- Já no município de Votorantim, existe disponível para consulta apenas a Cooperativa do município, enquanto que em Votorantim existe mais pontos, como por exemplo a própria Secretaria do Meio Ambiente.
- No município de Itu também há vários pontos de entrega que não constam no mapa, incluindo os ecopontos São Judas e Fatec Itu.
- Ocorre erros em algumas pesquisas por causa da identificação do endereço, como por exemplo, ao digitar Av. Nogueira Padilha, Sorocaba ele não identifica nomes de localidades parecidos como Cel. Nogueira Padilha – Vila Hortencia, Sorocaba (Figura 43).

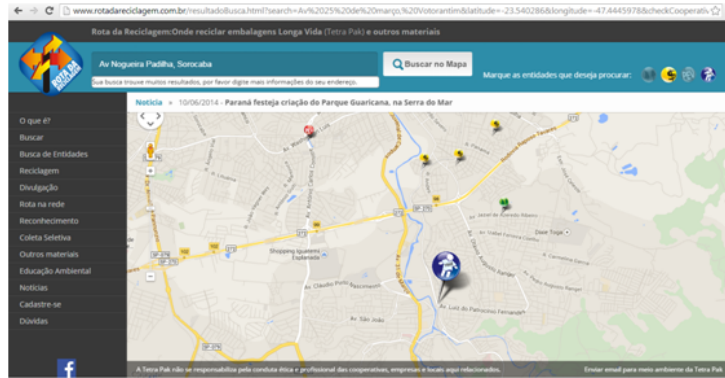


Figura 43 – Problemas detectados na consulta

- Os locais e entidades que não se deseja consultar não ficam ocultos no mapa, mesmo com a opção de filtro (Figura 43).
- Existe também o erro de conversão de caracteres, no lugar de aparecer São Paulo aparece SSo Paulo.
- Não há padrão em todas as interfaces do site (Figura 44).

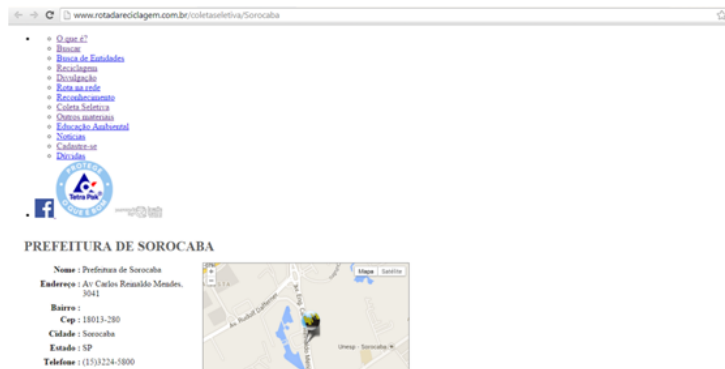


Figura 44 – Falta de padrão nas interfaces

- Não há retorno em algumas pesquisas de consulta por entidades de descarte, mesmo ela constando como ponto de descarte no mapa.
- Os ícones de filtro das entidades selecionadas na pesquisa ficam ocultos após a busca.
- Não tem opções de ajuda no preenchimento dos campos de cadastro das entidades.
- São indicados pontos dentro e fora do município no qual o munícipe indicou sua posição de origem.
- Não há opção de consulta por tipo de resíduo que deseja descartar e sim por tipo de entidade.
- O rastreamento do ponto mais próximo de descarte em relação à localização do munícipe não é realizada para pontos comerciais.

- Ocorrem erros em algumas pesquisas por causa da identificação do endereço informado não ser completo.

b) Recicloteca

- Os pontos mapeados não possuem distinção visual referente ao tipo de entidade que representa ou tipo de resíduo que o local recebe, somente quando o usuário seleciona um determinado ponto é que ocorre a apresentação das informações do local, como endereço, telefone e tipo de resíduo que recebe.
- Ao informar um endereço no Recicloteca, o site mostra retorna um mapa onde consta o local solicitado, porém sem destacar o endereço informado. Se houverem pontos de descarte próximos ao endereço informado suas posições geográficas serão representadas por um ícone de localização. Caso não tenha nenhum ponto de descarte próximo irá aparecer um mapa comum, sem nenhuma indicação.



Figura 45 – Informações desatualizadas

- Não há cadastro de ecopontos dos municípios de Itu e Votorantim, e somente um cadastro de ecoponto desatualizado no município de Sorocaba (Figura 45, Figura 46).

c) Recicle RJ

- A opção para cadastro do ponto de descarte está na opção **Sobre** do menu.
- Não é realizada a consistência dos dados digitados no cadastro dos pontos.
- As opções de filtro de consulta dos tipos de resíduos que se deseja descartar e o mapa com os locais de descarte não ficam visíveis numa mesma interface. Para fazer uma nova consulta tem que voltar ao início, conforme Figura 47.



Figura 46 – Falta de pontos de descarte

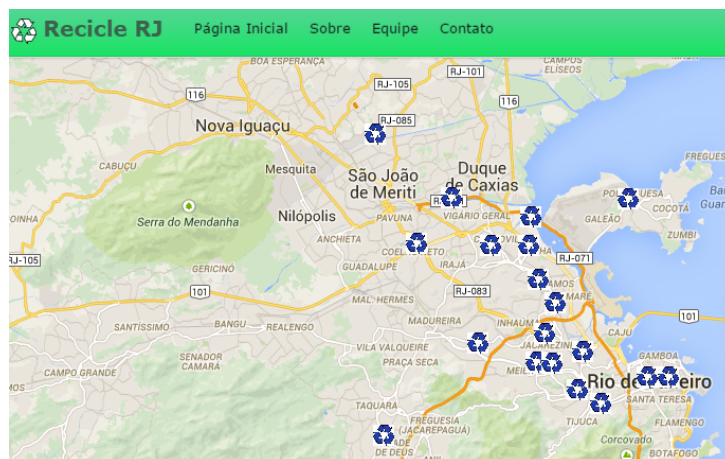


Figura 47 – Diversas interações para realizar consultas

- Não há entrada para digitação do endereço de origem do usuário.
- Não é permitido criar filtro de consulta com mais de um tipo de resíduo.

APÊNDICE C – Tabela de estados e cidades alcançados com a ferramenta

Esta tabela indica os número de acessos por estados e cidades alcançados. Essas informações são provenientes do questionário preenchido através da ferramenta AcheSeuEcoponto.

Cidade	UF	Quantidade de acessos	
		No.	(%)
SP	Sorocaba	192	55,98%
	Itu	30	8,75%
	Sao Carlos	24	7,00%
	Sao Paulo	16	4,66%
	Votorantim	8	2,33%
	Salto	5	1,46%
	Sao Roque	4	1,17%
	Americana	2	0,58%
	Araraquara	2	0,58%
	Aruja	2	0,58%
	Campinas	2	0,58%
	Mogi-guacu	2	0,58%
	Ribeirao Preto	2	0,58%
	Sao Jose dos Campos	2	0,58%
	Valinhos	2	0,58%
	Atibaia	2	0,58%
	Guarulhos	2	0,58%
	Marilia	2	0,58%
	Agudos	1	0,29%
	Adamantina	1	0,29%
	Aguas da Prata	1	0,29%
	Araras	1	0,29%
	Boituva	1	0,29%
	Botucatu	1	0,29%
	Capela do Alto	1	0,29%
	Ibate	1	0,29%
	Jaguariuna	1	0,29%
	Limeira	1	0,29%
	Olimpia	1	0,29%
	Osasco	1	0,29%
	Piedade	1	0,29%
	Pindamonhangaba	1	0,29%
	Porangaba	1	0,29%
Salto de Pirapora	1	0,29%	
Caieiras	1	0,29%	
Cajamar	1	0,29%	
Ferraz de Vasconcelos	1	0,29%	
Indaiatuba	1	0,29%	
Lorena	1	0,29%	
Mairipora	1	0,29%	
Poa	1	0,29%	
Rio Claro	1	0,29%	
SC	Florianopolis	1	0,29%
RS	Cachoeirinha	1	0,29%
RJ	Rio de Janeiro	4	1,17%
	Niteroi	1	0,29%
PR	Curitiba	2	0,58%
	Foz do Iguacu	1	0,29%
PI	Antonio Almeida	1	0,29%
PB	Campina Grande	1	0,29%
MS	Campo Grande	1	0,29%
MG	Belo Horizonte	2	0,58%
GO	Goiania	1	0,29%
DF	Brasilia	2	0,58%

ANEXO A – Heurísticas de Nielsen

Os sistemas devem ser projetadas e avaliados levando-se em considerando os conceitos de usabilidade de Interface Humano Computador (IHC), que é conduzida por dez heurísticas [NIELSEN, 1995]:

1. Visibilidade do estado do sistema: o sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, com respostas imediatas aos usuário.

2. Correspondência entre o sistema e o mundo real: o sistema deve utilizar palavras, expressões e conceitos familiares aos usuários, em vez de utilizar termos técnicos.

3. Controle e liberdade do usuário: a interface deve permitir que o usuário desfça e refaça suas ações a qualquer momento.

4. Consistência e padronização: o *designer* das interfaces devem seguir as convenções do ambiente computacional.

5. Reconhecimento em vez de memorização: as instruções de uso do sistema devem estar visíveis ou facilmente acessíveis sempre que necessário.

6. Flexibilidade e eficiência de uso: aceleradores podem tornar a interação do usuário mais rápida e eficiente, servindo tanto para usuários experientes quanto inexperientes.

7. Projeto estético e minimalista: a interface não deve conter informação que seja irrelevante ou raramente necessária.

8. Prevenção de erros: melhor do que uma boa mensagem de erro é um projeto cuidadoso que evite que um problema ocorra, caso isso seja possível.

9. Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros: as mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples, indicar precisamente o problema e sugerir uma solução de forma construtiva.

10. Ajuda e documentação: é necessário oferecer ajuda e documentação de alta qualidade, que devem ser facilmente encontradas e focadas na tarefa do usuário.