



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUCPR
ESCOLA DE ARQUITETURA E *DESIGN* E ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA – PPGTU

LÚCIO MARCOS DE GEUS

CURITIBA
Fevereiro / 2016

LÚCIO MARCOS DE GEUS

MODELO DE APOIO PARA A DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA PARA PEQUENOS GERADORES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Linha de Pesquisa: Gestão Ambiental e Sustentabilidade.

Orientador: Dr. Carlos Mello Garcias

Coorientador: Dr. Edilberto Nunes de Moura

CURITIBA

Fevereiro / 2016

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

G395m Geus, Lúcio Marcos de
2016 Modelo de apoio para a definição da localização de pontos de entrega voluntária para pequenos geradores de resíduos de construção e demolição / Lúcio Marcos de Geus; orientador, Carlos Mello Garcias; coorientador, Edilberto Nunes de Moura. -- 2016
183 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2016.
Bibliografia: f. 148-160

1. Planejamento urbano. 3. Construção civil. 3. Materiais de construção.
4. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 5. Desenvolvimento sustentável.
6. Gestão integrada de resíduos sólidos. I. Garcias, Carlos Mello. II. Moura,
Edilberto Nunes de. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. IV. Título.

CDD 20. ed. – 711.4

LÚCIO MARCOS DE GEUS

MODELO DE APOIO PARA A DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA PARA PEQUENOS GERADORES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana – PPGTU da Escola de Arquitetura e *Design* e Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Gestão Urbana.

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor Dr. Carlos Mello Garcias
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Professor Dr. Edilberto Nunes de Moura
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Professor Dr. Fábio Duarte de Araújo Silva
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Professor Dr. André Nagalli
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Professor Dr. Paulo Costa de Oliveira Filho
Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR

Curitiba, 15 de fevereiro de 2016

AGRADECIMENTOS

Deseja-se aqui agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Exponho a seguir sinceros agradecimentos.

De modo especial ao orientador Prof. Dr. Carlos Mello Garcias por aceitar esta incumbência, pela sua dedicação, competência, e atenção dispensadas. Da mesma forma ao coorientador Prof. Dr. Edilberto Nunes de Moura que tornou possível incorporar tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas ao trabalho.

Aos doutores Fábio Duarte de Araújo Silva, André Nagalli e Paulo Costa de Oliveira Filho, que aceitaram o convite para fazerem parte da banca de tese.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná, especialmente aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana – PPGTU da Escola de Arquitetura e *Design* e Escola Politécnica que me acolheram e tornaram possível alcançar a titulação de doutor.

À minha esposa Ana Cláudia, à minha filha Juliana, aos meus pais Frederico e Ruth e à minha irmã Lucimar que me motivaram, apoiaram e ajudaram a concluir este trabalho.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa por permitir que eu buscasse esse objetivo. Principalmente aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Civil pelo incentivo e apoio na realização deste trabalho. Especialmente aos professores Luis Antonio Krelling (in memoriam), Hélio Carlos Madalozzo, Jairo Amado Amin, Italo Sérgio Grande, Lilian Thais de Gouveia, Carlos Mendes Fontes Neto, Bianca Penteado de Almeida, Felipe Venske por me substituírem, durante minha licença, nas disciplinas de minha responsabilidade.

Ao colega e amigo José Adelino Krüger, pela solidariedade e doação de seu tempo na revisão do texto apresentado.

À professora Giovana Katie Wiecheteck, Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da UEPG/UNICENTRO pelo apoio e colaboração nas pesquisas.

À Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, principalmente à Secretaria de Meio Ambiente, especialmente ao José Elias Adamovicz e Bernadete Brondani que muito contribuíram para a realização deste trabalho. Também à Andréia de Oliveira, Valter Martins e Jussara Borgo que colaboraram com as pesquisas. Aos secretários Fernando Pilatti e Valdenor Paulo do Nascimento que deram apoio na obtenção de informações. Agradeço também ao Caçõ do Cadastro Técnico que ajudou de forma importante no trabalho de localização dos PEV.

Aos transportadores de RCD, construtoras e demolidores que colaboraram na realização do diagnóstico do gerenciamento do RCD em Ponta Grossa.

Ao diretor presidente da Ponta Grossa Ambiental Marcus Vinícius Nadal Borsato e também ao diretor Marcius Nadal Borsato pelo apoio e colaboração nas pesquisas sobre resíduos de construção e demolição.

À Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Curitiba, especialmente à Loreley Motter Kikuti, Maurício Savi, José Eduardo Lima Conter e Francis Eduardo de Souza de Mello que forneceram importantes informações e dados para a pesquisa.

À Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Londrina, especialmente ao Gilmar Domingues, Mariane Takeda, Viviane Graciela Conti que forneceram importantes informações e dados para a pesquisa.

À Prefeitura Municipal de São Paulo, especialmente ao Adler Antunes de Carvalho, Autoridade Municipal de Limpeza Urbana pelas informações e colaboração nas pesquisas.

À Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, especialmente à Maria Esther de Castro e Silva e à Sandra Machado Fiuza da Superintendência de Limpeza Urbana pelas informações fornecidas e colaboração nas pesquisas.

Ao Mauricio Eduardo Gorigoitiá Veja, Secretário Municipal de Planejamento e Desenvolvimento da Cidade de Pomerode pelas informações fornecidas e colaboração nas pesquisas.

Agradeço à Bianca Wurlitzer Castillo e Gabrielle Fernandes Garrafiel da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre pela colaboração nas pesquisas.

Ao Paulo Pinho, Gerente do Departamento Técnico da COMCAP e Karina da Silva de Souza, Gerente da Divisão de Pesquisa e Projetos da Prefeitura Municipal de Florianópolis pela colaboração nas pesquisas.

Ao Sidart Gaia, Secretário do Planejamento da Prefeitura Municipal de São José, Santa Catarina, pelas informações e apoio nas pesquisas.

Ao Vinicio Bruni, Coordenador de Resíduos Sólidos da Secretaria de Meio Ambiente do Paraná pelo apoio, informações e colaboração nas pesquisas.

Ao Ivanor Fantin, Gestor de Logística Reversa de RCC do Sinduscon Paraná pela colaboração nas pesquisas.

Ao Élcio Herbst do SENAI-PR pelas informações e colaboração nas pesquisas.

Ao Levi Torres coordenador da ABRECON e ao Élcio Carelli diretor da Obra Limpa pelos dados fornecidos e colaboração nas pesquisas.

Ao Roberto Pellissari, Presidente da Associação de Engenheiros e Arquitetos de Ponta Grossa pela colaboração nas pesquisas.

Ao CREA-PR, especialmente ao Gerente da Regional Ponta Grossa Vander Della Coletta pelo apoio e colaboração com as pesquisas.

À Margolaine Giacchini, Coordenadora do Curso de Eng^a Civil do CESCAGE pela colaboração com as pesquisas.

Ao Gustavo Kaminski, diretor da Ambiente Integral Projetos Ambientais pela colaboração com material de pesquisa e opiniões sobre o tema.

Ao Lucas Bastianello Scremin, professor do IFSC por fornecer o programa “Sistema de Apoio ao Gerenciamento de RCC” e colaboração com as pesquisas.

A todos os especialistas (Apêndice E) e aos pequenos geradores de RCD que colaboraram respondendo aos questionários e opinando sobre o tema abordado.

Finalmente, quero agradecer a Deus por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar diante das dificuldades.

RESUMO

Os resíduos de construção e demolição (RCD) representam a maior parcela dos resíduos sólidos urbanos e, em muitos casos, têm destinação inadequada, causando problemas ambientais e de saúde pública. Em muitos países e também no Brasil, a gestão destes resíduos prioriza a não geração seguida de reutilização, reciclagem e, em último caso, a disposição em aterros. Para que o RCD seja reciclado é necessária a fiscalização das atividades geradoras, mas ainda mais importante, é a formação de uma eficiente rede de captação para estes resíduos. O controle da destinação do RCD pelos órgãos públicos é viável em obras legalizadas que, em geral, são as de maior porte e as realizadas por construtoras. Entretanto, a maior parte desse tipo de resíduo é proveniente de pequenos geradores que constroem, ampliam ou reformam suas moradias de maneira informal, tornando os instrumentos legais ineficientes para o controle de suas ações. Para evitar a destinação incorreta desta parcela de RCD, a legislação brasileira prevê a instalação de uma rede de pontos de entrega voluntária (PEV) em todos os municípios do país. É de fundamental importância que os PEV sejam atrativos aos pequenos geradores e estejam bem localizados dentro da área urbana para que funcionem de forma adequada. Esta tese tem como objetivo a elaboração de um modelo de apoio para a definição da localização dos PEV nos municípios. Para isso, foi realizado um estudo sobre a gestão do RCD no Brasil e em outros países, que culminou com a apresentação dos PEV como forma de solução para a captação de RCD de pequenos geradores. O desenvolvimento do modelo iniciou com uma revisão sobre métodos de apoio à decisão, os quais foram empregados em pesquisas realizadas com: gestores de PEV em funcionamento no país; pequenos geradores de RCD; e especialistas no assunto. A partir das informações coletadas nestas pesquisas, foram definidos: o tipo ideal de PEV a ser implantado nos municípios; a quantidade necessária; e os principais critérios para a localização dos pontos que irão compor a rede de captação destes resíduos. O modelo foi desenvolvido com o auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o emprego de mapas de hidrografia, relevo, sistema viário, áreas de preservação, densidade populacional, lei de zoneamento e área urbana do município de Ponta Grossa no Paraná. A cidade foi selecionada pela disponibilidade de informações georreferenciadas e por possuir características de tamanho e relevo desafiadoras ao modelo. O resultado foi um mapa com a localização da rede de PEV distribuída na área urbana do município. Ao final do estudo concluiu-se que o modelo proposto é eficiente, sua aplicação é simples e pode ser empregado em outros municípios como ferramenta auxiliar na distribuição da rede de PEV.

Palavras-chave: Resíduos de Construção e Demolição. Gestão de RCD. Pequenos Geradores. Pontos de Entrega Voluntária. Sistema de Informações Geográficas.

ABSTRACT

Construction and demolition waste (CDW) represents the largest part of urban solid waste and, in many cases, does not have proper destination, causing environmental and public health problems. In many countries and also in Brazil, the management of this waste prioritizes non-generation followed by reuse, recycling and deposition in landfills. In order for the CDW to be recycled, the inspection of generator activities is necessary, but even more important is the creation of an efficient collection network. The control of CDW destination by the public agencies is viable in legalized building sites which, in general, are the largest ones managed by construction companies. However, most of this waste is originated in small sites in which the construction is managed by the property owner who builds, expands or remodels their place informally, making the control of their actions by the legal instruments inefficient. In order to prevent the wrong destination of this part of the CDW, the Brazilian law provides for the installation of a net of voluntary delivery points (VDP) in all cities of the country. It is very important that the VDP become attractive to the small waste generators and be well located within the urban area so that they work properly. This thesis aims at elaborating a support model for the definition of VDP location in the cities. A study on CDW management in Brazil and in other countries was carried out, which resulted in the presentation of VDP as a solution to the collection of CDW from small generators. The development of the model started with a revision of the decision support methods, which were employed in the research carried out with: managers of VDP already working throughout the country, small CDW generators and experts in the area. The data collected supported the definition of: the ideal kind of VDP to be implemented in cities, the necessary number of VDP and the main criteria regarding the location of collection/delivery points. The model was developed aided by a Geographic Information System (GIS) and the use of hydrographic, relief, road system, preservation areas and population density, zoning law and urban area maps of Ponta Grossa city in the state of Paraná. The city was chosen due to the availability of geo-referenced information and the fact that it presents characteristics of size and relief which challenge the model. The result was a map with the location of the VDP network distributed throughout the city urban area. Finally, the study led to the conclusion that the mode proposed is efficient, its application is simple and it can be applied to other cities as an auxiliary tool in the VDP network implementation.

Keywords: Construction and Demolition Waste. CDW management. Small Generators. Voluntary Delivery Points. Geographic Information System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Resíduos de construção e demolição lançados de forma irregular em área verde.....	18
Figura 2	Pensamento do ciclo de vida.....	30
Figura 3	A hierarquia dos resíduos	31
Figura 4	Opção de gestão de RCD com separação de todos o resíduos na obra.....	33
Figura 5	Opção de gestão de RCD com separação parcial dos resíduos em central de triagem.....	34
Figura 6	Opção de gestão de RCD enviando todo o resíduo a aterro.....	34
Figura 7	Fluxograma do RCD nos centros de triagem de Hong Kong.....	39
Figura 8	Linhas divisórias entre pequenos e grandes geradores.....	42
Figura 9	Modelo de Área de Triagem e Transbordo.....	49
Figura 10	Fluxo de RCD dos PEV para as Áreas de Triagem e Transbordo.....	50
Figura 11	Modelo de Ponto de Entrega Voluntária.....	52
Figura 12	Mapa da rede de PEV e aterro de inertes da ilha de Florianópolis.....	54
Figura 13	Vista frontal da entrada do PEV.....	55
Figura 14	Carroceiro descarregando RCD na caçamba <i>Brooks</i>	56
Figura 15	Esquema de funcionamento dos Pontos Limpos em Madri – Espanha.....	58
Figura 16	Ponto Limpo Móvel.....	59
Figura 17	As seis etapas do modelo racional de decisão.....	62
Figura 18	Sequência de Execução de Pesquisa Delphi Eletrônica.....	67
Figura 19	Coleção de camadas (layers) referenciados geograficamente.....	70
Figura 20	Localização do município e da área urbana de Ponta Grossa.....	78
Figura 21	Fluxograma das atividades.....	81
Figura 22	Caçamba de resíduos classe A com mistura de outros tipos de resíduos.....	86
Figura 23	Caçamba com RCD e móveis.....	87
Figura 24	Caçamba com poda de árvores.....	87
Figura 25	Fogo em aterro de RCD.....	89
Figura 26	Aterro alto com mistura de materiais sem compactação adequada...	89
Figura 27	Ponto de entrega voluntária sem controle.....	90
Figura 28	Catador a espera de resíduos com valor comercial num PEV localizado em área pública.....	91
Figura 29	RCD depositado fora da caçamba.....	91
Figura 30	Bota-fora clandestino com difícil acesso para limpeza.....	93
Figura 31	Locais de destinação do RCD em Ponta Grossa.....	96
Figura 32	Vista geral da usina de reciclagem de RCD da Zero Resíduos.....	97
Figura 33	URPV – Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes - BR 040..	100
Figura 34	Estação de Sustentabilidade – tipo 1.....	101

Figura 35	Estação de Sustentabilidade – tipo 2.....	101
Figura 36	Ecoponto Imperador - São Paulo.....	102
Figura 37	PEV a ser implantado em Londrina.....	102
Figura 38	PEV UEPG centro.....	103
Figura 39	PEV Uvaranas.....	104
Figura 40	Locais das entrevistas com pequenos geradores.....	108
Figura 41	Mistura de classes A e B no RCD a espera de destinação na calçada.....	110
Figura 42	RCD acondicionado em sacos para transporte junto ao lixo comum..	110
Figura 43	RCD espalhado em rua não pavimentada pelo pequeno gerador.....	111
Figura 44	Leiaute PEV.....	121
Figura 45	Exterior e interior do barracão da Acamaro.....	124
Figura 46	Mapa de hipsometria da área urbana de Ponta Grossa.....	128
Figura 47	Declividades da área urbana de Ponta Grossa.....	129
Figura 48	Zonas residenciais 1 da área urbana de Ponta Grossa.....	130
Figura 49	Parques municipais da área urbana de Ponta Grossa.....	131
Figura 50	Faixa de preservação nos cursos d'água da área urbana de Ponta Grossa.....	132
Figura 51	Vias de tráfego intenso da área urbana de Ponta Grossa.....	133
Figura 52	Locais de restrições à implantação dos PEV.....	134
Figura 53	Base viária da área urbana.....	135
Figura 54	Locais pré-selecionados para implantação de PEV.....	137
Figura 55	Mapa inicial para localização dos PEV.....	138
Figura 56	PEV e áreas de abrangência.....	139
Figura 57	Cobertura da área urbana pelos PEV.....	141
Figura 58	Localização final dos PEV.....	142

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Presença dos diversos componentes nos resíduos sólidos urbanos, em massa.....	26
Gráfico 2	Valores médios de População, Geração de Resíduos Sólidos e Parcela de RCD em Hong Kong (1991-05 a 2006-10).....	36
Gráfico 3	Origem do RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total)	47
Gráfico 4	Ecopontos de São Paulo - Volumes Anuais Recebidos (2010-13)....	57
Gráfico 5	Ecopontos de São Paulo - Volumes Removidos (m ³) dez-2013	57
Gráfico 6	Destinação do RCD proveniente de pequenos geradores.....	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Aspectos centrais das Normas ABNT para RCD.....	41
Quadro 2	Vantagens e desvantagens do método Delphi.....	66

Quadro 3	Declividade do terreno e condição de implantação do PEV.....	118
Quadro 4	Características de funcionamento do PEV proposto para implantação nos municípios.....	119
Quadro 5	Características físicas do PEV proposto para implantação nos municípios.....	120
Quadro 6	Informações das Associações de Catadores.....	122
Quadro 7	Codificação de cores de acordo com a declividade do terreno.....	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Rede de instalações em função da população.....	52
Tabela 2	Municípios do Paraná: projeção da população para 2014.....	77
Tabela 3	Quantidade de caçambas e totais transportados mensalmente.....	83
Tabela 4	Locais de coleta e volumes gerados mensalmente.....	84
Tabela 5	Tipos e quantidades de materiais coletados.....	85
Tabela 6	Características gerais dos principais bota-fora existentes (2013-14)	88
Tabela 7	Estimativa da quantidade de resíduos gerada em novas edificações.....	92
Tabela 8	Estimativa da quantidade de resíduos gerada em reformas, ampliações e demolições.....	93
Tabela 9	Condições de geração de resíduos em diversos municípios.....	94
Tabela 10	Estimativa do total de resíduos gerado no município.....	95
Tabela 11	Horário de funcionamento dos PEV nos municípios.....	106
Tabela 12	Resumo das inspeções e características dos locais escolhidos	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
Acamaro	Associação de catadores de materiais recicláveis de Oficinas
Acamaru	Associação de catadores de materiais recicláveis da Nova Rússia
Acamaruva	Associação de catadores de materiais recicláveis de Uvaranas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ArcGIS	<i>Software</i> de Sistemas de Informações Geográficas da empresa ESRI
Arrep	Associação de recicladores rei do pet
ASPP	Aterro Sanitário de Pequeno Porte

ATT	Área de Triagem e Transbordo
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDW	<i>Construction and Demolition Waste</i>
CE	Comunidade Europeia
CESCAGE	Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
CMF	Câmara Municipal de Florianópolis
COMCAP	Companhia Melhoramentos da Capital
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
DPm	Densidade populacional média
dwg	<i>Drawing</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPDHK	<i>Environmental Protection Department - Government of the Hong Kong</i>
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
EUA	Estados Unidos da América
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	<i>Institute for Environment and Sustainability</i>
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JRC	<i>Joint Research Centre</i>
JRC-IES	<i>Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LCT	<i>Life Cycle Thinking</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LEV	Locais de Entrega Voluntária
MMAD	Métodos Multicritério de Apoio à Decisão
MPGO	Ministério Público de Goiás
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NBR	Norma Brasileira
NYCG	<i>New York City Government</i>
NYSDEC	<i>New York State Department of Environmental Conservation</i>
PBH/SLU	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte / Superintendência de Limpeza Urbana
PCV	Pensamento do Ciclo de Vida
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PMC	Prefeitura Municipal de Curitiba

PMPG	Prefeitura Municipal de Ponta Grossa
PMN	Prefeitura Municipal do Natal
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SMADE	Sistemas Multicritério de Apoio à Decisão Espacial
SMOSP	Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
SAD69	<i>South American Datum 1969</i>
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TIN	<i>Triangular Irregular Network</i>
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UKG	<i>United Kingdom Government</i>
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-Oeste
URPV	Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS84	<i>World Geodetic System 1984</i>
ZR1	Zona Residencial 1

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	ESTRUTURA DA TESE.....	21
2	JUSTIFICATIVA	22
3	OBJETIVOS	24
3.1	OBJETIVO GERAL.....	24
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
4	FUNDAMENTOS DA PESQUISA	25
4.1	CONCEITO DE MODELO.....	25
4.2	DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	25
4.3	PANORAMA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	26
4.4	DIFERENTES PRINCÍPIOS NA GESTÃO DE RCD.....	27
4.4.1	Gestão de RCD na União Europeia	27
4.4.1.1	Políticas para proteção e desenvolvimento sustentável na União Europeia.....	29
4.4.1.2	Formas de gestão de RCD.....	32
4.4.2	Gestão de RCD nos Estados Unidos	32
4.4.3	Gestão de RCD em Hong Kong	35
4.4.4	Gestão do RCD no Brasil	40
4.4.4.1	Desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil.....	43
4.4.4.2	Avanços da Legislação Brasileira.....	44
4.4.4.3	Panorama da gestão de RCD no Brasil.....	45
4.4.4.4	Fontes de RCD no Brasil.....	47
4.5	REDE DE CAPTAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS.....	48
4.6	FLUXO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	50
4.7	QUANTIDADE DE PEV NOS MUNICÍPIOS.....	51
4.8	MODELOS DE PEV.....	52
4.8.1	PEV de Florianópolis	53
4.8.2	PEV de Belo Horizonte	55
4.8.3	PEV de São Paulo	56
4.8.4	PEV de Madri	58
4.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA SEÇÃO.....	59

5	SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO.....	61
5.1	MODELO RACIONAL DE TOMADA DE DECISÃO.....	61
5.2	TÉCNICAS QUALITATIVAS DE APOIO À DECISÃO.....	63
5.2.1	<i>Brainstorming</i> (tempestade de ideias).....	64
5.2.2	Método Delphi.....	64
5.2.2.1	Execução do método.....	65
5.3	MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO.....	68
5.4	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	69
5.4.1	Métodos de decisão multicritério e os SIG.....	71
5.4.2	Encontrar locais adequados usando SIG.....	72
5.4.3	Análise de sobreposição de mapas de critérios.....	72
5.4.4	Modelos para escolha de localização adequada.....	74
5.5	CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO.	75
5.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA SEÇÃO.....	76
6	METODOLOGIA.....	77
6.1	MATERIAIS E MÉTODOS.....	78
7	DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....	82
7.1	ANÁLISE DO CENÁRIO DO GERENCIAMENTO DE RCD NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA.....	82
7.1.1	Transportadores de resíduos.....	82
7.1.2	Origem e volume dos resíduos de construção civil.....	84
7.1.3	Classificação dos resíduos transportados.....	84
7.1.4	Separação dos materiais segundo sua classe.....	85
7.1.5	Os locais de recepção dos resíduos.....	87
7.1.6	Pontos de entrega voluntária.....	90
7.1.7	Estimativa da quantidade de RCD gerada no município.....	92
7.1.8	Estimativa da quantidade de resíduos gerada em reformas, ampliações e demolições.....	92
7.1.9	Estimativa da quantidade de RCD recolhida em deposições irregulares.....	93
7.1.10	Estimativa da quantidade total de resíduos gerados.....	94
7.1.11	Locais de destinação do RCD no município.....	95
7.1.12	Usina de reciclagem de RCD.....	97

7.2	ESTUDO DAS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NO SUCESSO DA CAPTAÇÃO DE RCD PROVENIENTE DE PEQUENOS GERADORES EM PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA	98
7.2.1	Modelos de PEV em funcionamento.....	98
7.2.2	Pequenos geradores de RCD e os PEV.....	108
7.2.3	Pesquisa DELPHI com especialistas.....	114
7.2.3.1	Resultados da primeira etapa da pesquisa Delphi.....	114
7.2.3.2	Resultados da segunda etapa da pesquisa Delphi.....	117
7.3	TIPO DE PEV PROPOSTO PARA OS MUNICÍPIOS.....	118
7.4	ASSOCIAÇÕES DE CATADORES E OS PEV.....	122
7.4.1	Análise de viabilidade de instalação de PEV nas associações de catadores de materiais recicláveis.....	124
7.5	MODELO DE APOIO PARA A LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA COM AUXÍLIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	125
8	CONCLUSÕES.....	145
	REFERÊNCIAS.....	148
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO GESTORES DE PEV.....	161
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PEQUENOS GERADORES DE RCD.....	163
	APÊNDICE C - PESQUISA DELPHI COM ESPECIALISTAS.....	165
	APÊNDICE D - QUADRO DE PARTICIPANTES DA PESQUISA DELPHI.....	181
	APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO IMPLANTAÇÃO DE PEV NAS ASSOCIAÇÕES DE CATADORES.....	182

1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente 75% das cidades brasileiras dispõem seus resíduos sólidos em lixões, o que compromete o meio ambiente e a saúde da população, causando diversos problemas como: contaminação do solo e da água, contribuir para o aumento de transmissão de doenças, mau cheiro, além de destruição da paisagem urbana (PEREIRA e TOCHETTO, 2011).

A geração de resíduos sólidos é um dos principais problemas da sociedade atual, e está se agravando com o crescimento da população e com os novos padrões de consumo. A indústria tem papel relevante neste cenário e deve participar de forma efetiva na busca de soluções para a melhoria das condições ambientais.

Dentre os setores industriais, o da construção civil é um dos que tem maior importância no desenvolvimento das nações (FERREIRA, 2014), pois, além de ser um dos maiores geradores de emprego, é responsável por obras de infraestrutura, pela viabilização de outras indústrias, centros comerciais e moradias. Contudo, é altamente prejudicial ao meio ambiente, principalmente no que se refere à geração de resíduos (BANCO DO BRASIL, 2014).

A construção civil exerce influência no meio ambiente, seja pela ocupação de terras, extração de matérias primas, produção e transporte de materiais, construção de edifícios, ou também pela geração e disposição de resíduos da construção em toda a sua cadeia produtiva. De acordo com Sposto (2006), a sustentabilidade é um assunto de fundamental importância para este setor.

O desperdício de materiais durante o processo de execução na construção de obras, reformas, ampliações e demolições, é um dos fatores que mais contribuem na geração dos resíduos, como também os restos de materiais perdidos no recebimento, transporte e armazenamento (LIMA e LIMA, 2009).

O setor da construção civil é responsável pelo consumo de mais de um terço dos recursos do planeta e gera, aproximadamente, 40% dos resíduos sólidos mundiais (PNUMA, 2011).

Os resíduos de construção e demolição (RCD) representam 61% da massa total dos resíduos sólidos urbanos de acordo com pesquisas realizadas em diversas localidades do Brasil (BRASIL, 2010a). Verificou-se ainda que, a maior parte do RCD gerado, 59% em massa, é proveniente de obras como reformas, ampliações e

demolições que, na grande maioria, são informais e realizadas por pequenos geradores (BRASIL, 2010b).

Portanto a maior quantidade de RCD gerado não provém de obras realizadas por construtoras, mas de agentes informais que realizam reformas, ampliações somadas ou não a autoconstrução. E, segundo Angulo (2014), os agentes informais representam o maior problema, pois os instrumentos legais para o controle de suas ações são pouco efetivos.

A maioria dos municípios não dispõe de locais apropriados para a disposição desses resíduos. Segundo Riscado e Badejo (2010) os pequenos geradores em obras informais ainda têm em seus hábitos o descarte destes resíduos à revelia, em qualquer lugar de fácil acesso causando problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública (Figura 1). Para os autores um sistema eficiente de recolhimento do RCD, com envolvimento das prefeituras no dimensionamento e fiscalização de depósitos em pontos estratégicos do município, facilitaria a aplicação de bons hábitos entre a população envolvida e o processo de reciclagem desse resíduo.

Figura 1 – Resíduos de construção e demolição lançados de forma irregular em área verde.



Fonte: o autor, 2014.

Os resíduos de construção e demolição são causas de problemas no mundo todo e as soluções encontradas divergem, principalmente em função das diferenças culturais, das preocupações com o meio ambiente e do estágio de desenvolvimento

local. Estes são fatores determinantes na formação de leis e diretrizes elaboradas para a gestão de RCD.

Na União Europeia a busca para a redução das quantidades geradas de resíduos de construção e demolição tem como base o ciclo de vida dos produtos. São preferidos os produtos que duram mais, causam menor impacto no meio ambiente para serem produzidos e, ao final da vida útil, podem ser reciclados (JRC-IES, 2011). Enquanto isso, nas grandes cidades dos Estados Unidos a gestão destes resíduos é dirigida principalmente pela busca do que é economicamente viável não havendo uma obrigatoriedade de reciclagem e reaproveitamento dos materiais (NYCG, 2013a).

Observa-se que em alguns dos países mais desenvolvidos da Europa este tipo de resíduo tem altos índices de reaproveitamento e recuperação enquanto que em outros, que também fazem parte da União Europeia, encontram-se problemas semelhantes aos enfrentados nas cidades brasileiras (MÁLIA et al., 2011).

No Brasil existem leis e normas voltadas à gestão adequada do RCD. Também foram elaborados manuais para orientar os municípios na concepção de sua legislação para o gerenciamento do RCD como, por exemplo, o “Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos” (BRASIL, 2010b) e “Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação” (BRASIL, 2012c). Muitas cidades já têm leis que visam atender estas políticas. Entretanto, na maior parte do país, os problemas causados pela má destinação deste tipo de resíduo continuam ocorrendo.

O marco legal de maior relevância para o gerenciamento destes resíduos é a Resolução Conama nº 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (BRASIL, 2002).

Outro dispositivo criado para a solução dos problemas gerados pelos RCD é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que está em vigor desde 2012. Nessa lei está prevista, especificamente para o caso dos pequenos geradores, a implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) que, de acordo com a norma ABNT NBR 15112:2004, são áreas destinadas à entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção civil e resíduos volumosos e são parte integrante do sistema público de limpeza urbana.

De acordo com a PNRS, a implantação dos PEV acontecerá em todos os municípios brasileiros. Este tipo de dispositivo, entretanto, já foi implantado em

idades como Belo Horizonte, São Paulo, Florianópolis, Curitiba, Londrina e outras, mas apresentam diversidades quanto à formatação, ao modo de funcionamento e aos resultados.

Para se obter resultados positivos na operação dos PEV é necessário que eles sejam atrativos aos pequenos geradores quando estes forem dar destinação aos resíduos de construção civil.

De acordo com o Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos (BRASIL, 2010b), a elaboração de um diagnóstico a respeito da gestão de RCD no município em estudo é a primeira providência quando se deseja solucionar problemas ligados a esses resíduos. Entre os aspectos a serem verificados no diagnóstico estão o conhecimento dos locais das deposições irregulares e o perfil dos agentes geradores e coletores dos pequenos volumes. Estes conhecimentos permitirão definir os limites da área de influência, que no manual é denominada “bacia de captação”, e a necessidade de instalação de pontos de entrega voluntária, que deve acontecer preferencialmente nas proximidades do centro geométrico dessas áreas.

A localização adequada é um dos fatores de fundamental importância para facilitar o acesso dos pequenos geradores; entretanto não são apenas essas as variáveis que influem no sucesso da captação de RCD. Vários aspectos devem ser considerados, como, por exemplo: tipo de resíduos e quantidades que podem ser entregues, facilidade de descarga, burocracia para recebimento, horários de funcionamento, entre outros.

Estudar as características dos pontos de entrega voluntária que trazem maior atratividade aos pequenos geradores foi o primeiro passo deste trabalho. Com as informações obtidas neste estudo foi proposto um modelo de PEV que reúne condições que favorecem a eficácia do seu funcionamento.

A partir das características propostas para o modelo dos PEV e de outras variáveis que afetam na escolha da localização foi proposto um modelo de apoio para a localização de pontos de entrega voluntária de RCD.

Como ferramenta auxiliar para a definição destes pontos foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Com esta ferramenta foi feita a interpretação conjunta das variáveis geográficas e aspectos legais que influem na definição dos locais ideais para a implantação dos PEV.

1.1 ESTRUTURA DA TESE

A tese está estruturada em oito seções, a primeira é a introdução onde é apresentado o tema abordado. Na segunda seção é exposta a justificativa para o trabalho. O objetivo geral e os objetivos específicos são descritos na terceira seção. Na quarta seção, denominada fundamentação da pesquisa, tem-se uma visão geral da gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil e em outros países, e ao final é dada ênfase no uso de pontos de entrega voluntária (PEV). Os sistemas de apoio à decisão são estudados na quinta seção que tem como finalidade evidenciar as técnicas e os métodos multicritério de apoio à decisão que serão úteis para alcançar os objetivos da tese. A metodologia empregada no estudo é apresentada na sexta seção. A sétima seção é dedicada ao desenvolvimento do modelo e compreende a análise do gerenciamento de RCD no município escolhido para aplicação do modelo, o estudo das variáveis que influenciam a captação de RCD proveniente de pequenos geradores em PEV, a elaboração do modelo com o auxílio do programa ArcGIS®, a aplicação do modelo com elaboração de um mapa com a distribuição dos PEV e encerra com a avaliação dos resultados. Finalmente, na oitava seção são apresentadas as conclusões da tese.

2 JUSTIFICATIVA

Sérios problemas ambientais e para a saúde das pessoas são causados pelo gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros. A maior parte desses resíduos tem origem em obras de construção e demolição, e quase tudo o que é gerado nessas atividades pode ser reciclado e reaproveitado. Entretanto, para que este processo seja efetivamente realizado, é necessário que todos os geradores deem a correta destinação aos resíduos.

A legislação brasileira que trata deste assunto traz soluções para evitar a destinação destes materiais em locais inadequados. Nas cidades de São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba, Florianópolis, Ponta Grossa e outras já estão em vigor leis que obrigam as empresas construtoras a apresentar projetos de gerenciamento dos resíduos gerados em suas atividades e, ao final da obra, documentação que comprove a destinação correta dos resíduos. Só assim é que haverá o recebimento de permissão de uso da obra. Este processo deverá atingir progressivamente os demais municípios.

O controle de empresas construtoras, consideradas grandes geradores de RCD, é relativamente fácil, pois suas atividades dependem da aprovação dos órgãos públicos para serem realizadas e, depois de prontas, para serem utilizadas.

O problema encontra-se com a grande quantidade de pequenos geradores em obras informais que, em conjunto, geram a maior parte do RCD e não têm uma opção adequada para a destinação. Esses resíduos em alguns casos são levados juntamente com os resíduos domésticos a aterros sanitários, esgotando prematuramente sua capacidade, ou são dispostos em locais clandestinos, perpetuando o problema dos bota-fora.

Para solução desta situação foi estabelecida pela legislação brasileira a necessidade de criação de uma rede de captação de pequenos volumes de RCD nos municípios, a qual deve estar adequadamente distribuída para facilitar e incentivar a entrega voluntária destes resíduos.

Essa rede de captação, composta por Pontos de Entrega Voluntária, está prevista em lei desde 2002 quando foi publicada a Resolução nº 307 do Conama. Há uma estagnação na sua aplicação, pois, de acordo com a PNRS, a instalação desta rede deveria acontecer até o final de 2014 em todos os municípios, mas não

aconteceu. Entretanto, já foram instalados esses pontos em diversas cidades, como por exemplo, Belo Horizonte, São Paulo, Curitiba, Londrina e Ponta Grossa.

As prefeituras destes municípios e de outros que ainda não instalaram PEV vêm demonstrando crescente preocupação com a situação dos resíduos de construção e os impactos que causam ao meio ambiente. Nessa direção já possuem legislação que atende a PNRS e realizam esforços para regularizar a atuação das empresas que geram e daquelas que coletam e transportam RCD. Entretanto, é preciso uma atuação mais contundente com relação aos pequenos geradores, que não têm uma opção clara para destinação de pequenos volumes deste tipo de resíduo.

Justifica-se, portanto, a busca para se obter sucesso neste sistema de captação de RCD. Com esse intuito, é preciso encontrar uma forma de tornar o ponto de entrega voluntária atraente e bem localizado de tal forma que ocorra a adesão do pequeno gerador.

A finalidade deste trabalho é verificar qual formatação de ponto de entrega voluntária é mais adequada e atrativa ao pequeno gerador de RCD e, com base nas suas características, propor um modelo de apoio para a localização destes pontos nos municípios usando o Sistema de Informações Geográficas como ferramenta.

A aplicação do modelo poderia ser feita em qualquer município. Entretanto, foi escolhida a cidade de Ponta Grossa que possui pouco mais de trezentos mil habitantes, não caracterizando o extremo das grandes metrópoles nem o de cidades muito pequenas. Além disso, a prefeitura deste município possui informações georreferenciadas e bancos de dados que permitem a obtenção das informações necessárias ao estudo.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de apoio para a definição da localização de pontos de entrega voluntária para pequenos geradores de resíduos de construção e demolição para os municípios.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos do presente trabalho são listados:

- a) estudar as variáveis que influenciam no sucesso da captação de RCD provenientes de pequenos geradores em pontos de entrega voluntária;
- b) propor um modelo de apoio para a definição da localização de pontos de entrega voluntária de RCD com auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG);
- c) elaborar um mapa com a distribuição dos pontos de entrega voluntária no município de Ponta Grossa com o apoio do modelo;

4 FUNDAMENTOS DA PESQUISA

Este item é dedicado à exposição de conteúdos que dão suporte à elaboração do modelo proposto. São verificados aspectos diversos relacionados aos resíduos de construção e demolição desde a sua definição, os problemas gerados, as políticas públicas e as formas de gestão empregadas em diferentes países e no Brasil. Também são apresentados tipos de PEV empregados em diversas cidades.

4.1 CONCEITO DE MODELO

Conforme Justi (2006) pode-se entender modelo como a representação de uma ideia, um objeto, um processo ou um sistema, criado com um objetivo específico. E, de acordo com Batista et al (2011), num modelo o uso de aproximações estabelece condições viáveis e facilitadoras para se chegar a determinadas explicações, de modo que diferentes aspectos do mundo possam ser estudados e compreendidos por meio dessas aproximações.

4.2 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

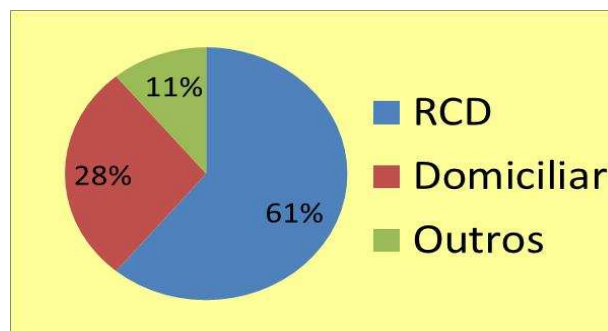
A Resolução Conama nº 307/2002 é o principal instrumento legal no país quando o assunto é gerenciamento dos resíduos originados das atividades de construção e demolição. Nesse documento esses tipos de resíduos recebem a designação de “resíduos de construção civil” e são definidos como: “os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”. Entretanto, em trabalhos acadêmicos o termo utilizado internacionalmente para a definição destes resíduos é *Construction and Demolition Waste* – *CDW*, ou seja, Resíduos de Construção e Demolição - RCD. Esta denominação tem sido amplamente utilizada inclusive no Brasil, portanto, neste trabalho será o termo adotado para este tipo de resíduo.

4.3 PANORAMA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

De acordo com informações do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2011) as atividades realizadas pelo setor da construção civil são responsáveis pelo consumo de mais de um terço dos recursos do planeta e geram, aproximadamente, 40% dos resíduos sólidos mundiais.

No Brasil a predominância dos resíduos de construção e demolição (RCD) no conjunto dos resíduos sólidos urbanos é demonstrada em pesquisas realizadas em diversas localidades. Da massa total dos resíduos sólidos urbanos os RCD representam 61% (com exceção da movimentação de solo), enquanto que, os domiciliares, nos quais estão incluídos resíduos de comércio e serviços, varrição etc. representam 28% (Gráfico 1). Dos 11% restantes fazem parte os "outros", que são resíduos dos serviços de saúde e os resíduos volumosos (podas, móveis e inservíveis) (BRASIL, 2010a).

Gráfico 1 - Presença dos diversos componentes nos resíduos sólidos urbanos do Brasil, em massa.



Fonte: elaborado pelo autor com dados de Brasil, 2010a.

Na maioria das cidades, as quantidades geradas de RCD superam em volume e peso os demais tipos de resíduos urbanos. Em função disso, a preocupação com a destinação adequada destes resíduos tem sido o foco das atenções de autoridades em todo o mundo. Entretanto, as soluções encontradas para o gerenciamento destes resíduos divergem, principalmente em função das diferenças culturais, das preocupações com o meio ambiente e do estágio de desenvolvimento local.

4.4 DIFERENTES PRINCÍPIOS NA GESTÃO DE RCD

Nos países mais desenvolvidos a preocupação com o meio ambiente é mais evidente. Na União Europeia a legislação que obriga a busca para a redução das quantidades geradas de resíduos de construção e demolição tem como base o ciclo de vida dos produtos (JRC-IES, 2011). Nos Estados Unidos os altos custos de destinação do RCD tornam o reaproveitamento e a reciclagem as opções mais adequadas na gestão destes resíduos (NYCG, 2013a).

Segundo, Lu e Yuan (2012), em Hong Kong as leis rigorosas, as altas taxas para a disposição deste tipo de resíduo e a conscientização da população levaram à redução das grandes quantidades de RCD depositados em aterros, mas a solução encontrada ainda não é a ideal, ainda faltam instalações de usinas de reciclagem para que haja um melhor aproveitamento dos resíduos.

No Brasil, apesar das leis e normas voltadas à gestão adequada do RCD, os problemas causados pela má destinação deste tipo de resíduo continuam ocorrendo.

4.4.1 Gestão de RCD na União Europeia

Na União Europeia cerca de três bilhões de toneladas de resíduos são gerados a cada ano. Desse total, cerca de um terço tem origem nas atividades de construção e demolição. A indústria da construção é um dos maiores consumidores de recursos naturais da Europa. No entanto, atualmente, grandes quantidades desses materiais, acabam em aterros sanitários, sem qualquer forma de recuperação ou reutilização. Os países membros da União Europeia reconhecem que é necessária uma melhor utilização dos recursos naturais neste setor (JRC-IES, 2011).

O nível de evolução da reciclagem de RCD varia e é diferenciada entre os países membros da Comunidade Europeia. De acordo com Santos (2010), existem países em que a taxa de reciclagem chega a 90% dos resíduos gerados, como é o caso da Dinamarca. Do restante desses resíduos, 1% é incinerado e apenas 9% têm como destino final aterros. Para se chegar a esses resultados diversas medidas foram implementadas, como por exemplo: obrigatoriedade de separação dos diferentes tipos de RCD na origem; existência desde 1987 de taxas elevadas para

disposição em aterro e incineração; extração de agregados naturais com imposto específico; e metas de reciclagem obrigatórias a nível nacional e nos municípios.

Segundo Mália et al. (2011) o Reino Unido é um dos países que mais produz RCD dentro da União Europeia. Mas, é também o que mais reaproveita esses materiais. Assim como na Dinamarca, isso é conseguido por meio de altas taxas para disposição de RCD em aterro e, além disso, altos impostos sobre os agregados naturais. Isso estimula a substituição dos produtos naturais por produtos reciclados a partir de RCD.

Em outros países da Europa, como Portugal e Espanha, as taxas de reaproveitamento e reciclagem dos resíduos de construção não atingem 10%. Estima-se que 95% dos RCD gerados em Portugal são destinados a aterros ou, quando recolhidos por empresas não licenciadas, seu destino final são depósitos ilegais (SANTOS, 2010).

Entretanto, nesses países medidas foram tomadas para reverter essa situação. Na Espanha, conforme Mália et al. (2011), a legislação para controle de produção e gestão de RCD foi publicada em 2008. As autoridades espanholas, com base nessa legislação, para a concessão de licença de construção exigem do arquiteto, na fase de projeto, um estudo sobre a gestão de RCD, e do construtor o desenvolvimento de um plano de gestão dos resíduos para a obra. No estudo e no plano de gestão devem constar as quantidades e o custo do tratamento dos resíduos. Com a finalidade de alcançar níveis mais altos de reciclagem e reaproveitamento desses materiais, pretendem futuramente aumentar as taxas de admissão de RCD em aterros e estimular sua reutilização elaborando normas de aplicação para esses materiais.

Em Portugal, onde as taxas de disposição de RCD em aterro eram muito baixas, também em 2008 foi aprovada a regulamentação do fluxo de RCD com a finalidade de reprimir as grandes quantidades geradas e não recicladas, e também as deposições ilegais de RCD. Nela estão determinados como devem ser as operações de gestão dos RCD, de recolhimento, transporte, armazenamento, triagem, tratamento, valorização e eliminação dos RCD. Nas obras devem ser estimadas as quantidades totais de RCD produzidas e também deve ser feita a quantificação por fluxo específico de resíduos conforme os códigos de identificação da Lista Europeia de Resíduos (MÁLIA et al., 2011).

4.4.1.1 Políticas para proteção e desenvolvimento sustentável na União Europeia

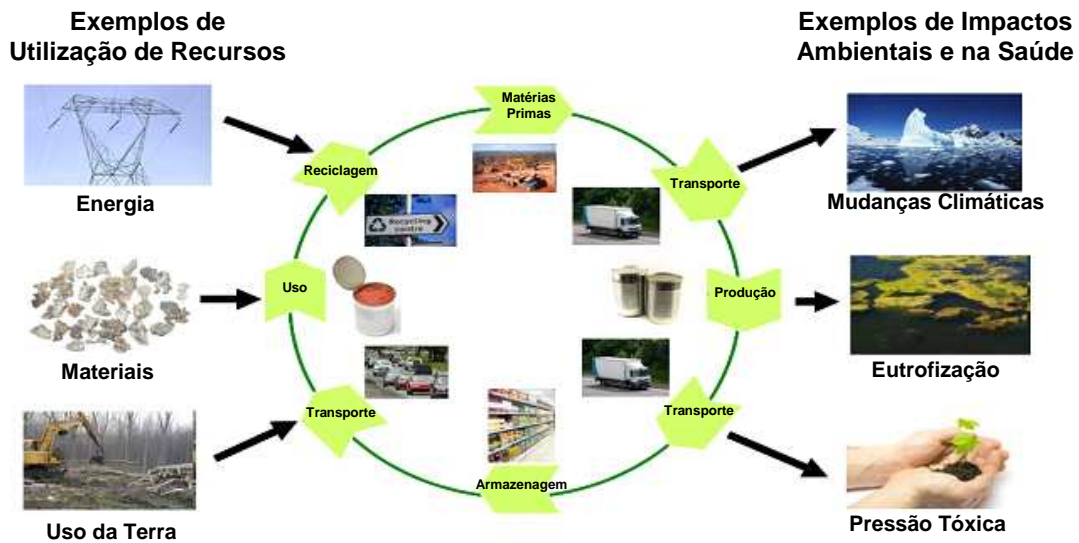
Com a missão de fornecer apoio técnico e científico às políticas da União Europeia para a proteção e desenvolvimento sustentável do ambiente europeu e global, aos gestores de resíduos e às empresas, foi elaborado pelo Centro Associado de Pesquisa (*Joint Research Centre – JRC*) em conjunto com o Instituto de Meio Ambiente e Sustentabilidade (*Institute for Environment and Sustainability- IES*) e publicado em 2011 um guia prático para dar Apoio a Decisões Ambientalmente Corretas para Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. O guia tem como base as ideias do Pensamento do Ciclo de Vida (*Life Cycle Thinking - LCT*) e na Avaliação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment - LCA*). Com a aplicação do guia, a pretensão é atingir o objetivo desafiador de 70% de recuperação e reciclagem de resíduos de construção e demolição em 2020, para que os impactos ambientais sejam significativamente reduzidos (JRC-IES, 2011).

Até recentemente na Europa o foco das ações de redução dos impactos no meio ambiente era sobre o processo, ou seja, minimizar as fontes pontuais de poluição, as descargas nos rios e as emissões de chaminés. No mundo dos negócios, isso muitas vezes significava uma estratégia de redução de impactos ambientais confinados dentro dos portões da fábrica. Tais estratégias não consideram as consequências sobre as cadeias de abastecimento a montante, o uso do produto ou o fim de sua vida útil (JRC-IES, 2011).

O Pensamento do Ciclo de Vida é um conceito representado na Figura 2, que procura identificar oportunidades de melhorias ambientais em todas as fases do ciclo de vida de um produto, desde a extração de matéria-prima, na fabricação, distribuição, utilização e destinação na fase final de vida.

O objetivo fundamental é proporcionar uma abordagem estruturada e abrangente em apoio à redução global de impactos e ajudar a otimizar os benefícios do produto (JRC-IES, 2011).

Figura 2 – Pensamento do ciclo de vida

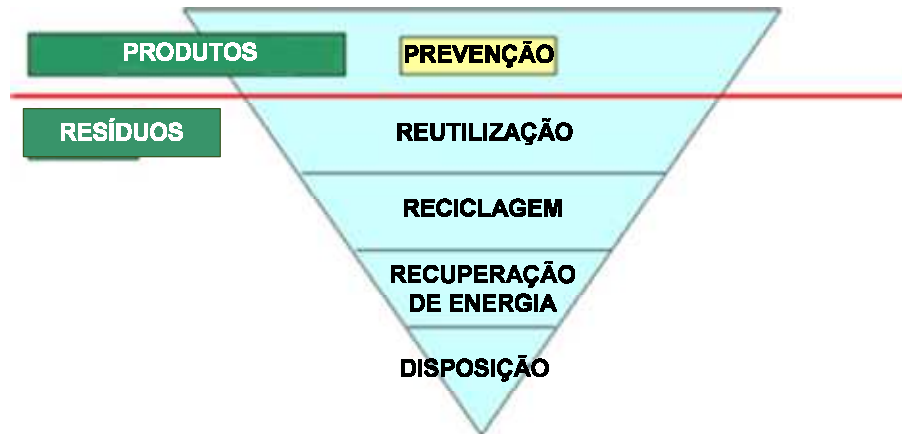


Fonte: adaptado de JRC-IES, 2011.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método estruturado e padronizado internacionalmente que transpõe os princípios do Pensamento do Ciclo de Vida (PCV) para um quadro quantitativo. São quantificadas todas as emissões, os recursos relevantes consumidos, e os respectivos impactos que afetam o meio ambiente e a saúde que estão associados a qualquer bem ou serviço produzido. Portanto, dentro do conceito de PCV, a ACV é uma ferramenta vital e poderosa que permite fazer escolhas para ajudar de forma eficaz e eficiente a tornar o consumo e a produção global mais sustentáveis (JRC-IES, 2011).

Outros princípios orientadores que devem ser seguidos na gestão dos resíduos estão estabelecidos na Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Nessa diretriz constam os conceitos básicos relacionados à gestão de resíduos, tais como definições de resíduos, reciclagem e recuperação. No artigo 4º está estabelecida a hierarquia dos resíduos (representada na Figura 3). Além disso, nela estão introduzidos os princípios do "poluidor-pagador" e a "responsabilidade ampliada do produtor" (CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2014).

Figura 3 - A hierarquia dos resíduos



Fonte: adaptado de Conselho da União Europeia - Directiva 2008/98/CE, 2014.

Na Figura 3 está representada a ordem de prioridades e a prevenção vem em primeiro lugar, isto é, buscar, sempre que possível, a utilização de produtos e serviços que não gerem resíduos. Caso isso não seja possível, depois de gerado o resíduo as prioridades são, pela ordem: reutilizar, reciclar, buscar outras formas de valorização como recuperação de energia e, em último caso, dispor em aterros.

O respeito a esta hierarquia geralmente conduz a uma gestão de resíduos mais eficiente em termos de preservação de recursos e escolha ambientalmente saudável. Mas há exceções à regra e o ciclo de vida e a avaliação do ciclo de vida são ferramentas para ajudar a identificar onde a hierarquia não se sustenta, ou ainda para ajudar a comparar as opções em qualquer nível da hierarquia.

O manual produzido pela JRC-IES (2011) auxilia a tomada de decisões no que concerne a:

- a) melhor maneira de gerenciar os resíduos no local;
- b) priorizar materiais que oferecem maior desempenho e economia ambiental;
- c) demonstrar que o projeto, o processo e a operação reduzirão os impactos ambientais causados pelos resíduos de construção e demolição;
- d) demonstrar as melhores práticas de desempenho ambiental nas atividades no canteiro de obras; e
- e) comunicar ações de sustentabilidade corporativa e progressos na consecução das metas definidas.

4.4.1.2 Formas de gestão de RCD

Na Europa várias técnicas são utilizadas no tratamento de resíduos de construção e demolição. Alguns dos materiais, tais como tijolos, são recuperados nos locais de demolição e reutilizados na nova construção (JRC-IES, 2011). Outros tipos de materiais podem ser submetidos a uma série de processos físicos e térmicos, como por exemplo:

- a) triagem: para a classificação dos solos e rochas para a reutilização;
- b) britagem: para o processamento de concreto e entulho para ser utilizado como sub-base;
- c) trituração: empregada no processamento de madeiras, placas etc.;
- d) triagem e reciclagem: de materiais componentes dos resíduos, tais como metal, plástico, vidro e gesso;
- e) incineração (com ou sem recuperação de energia): de madeira, plásticos e para a destruição térmica dos componentes perigosos; e
- f) disposição em aterros: que vão desde aterros simples para o descarte de materiais inertes a aterros específicos especializados no manuseio de materiais perigosos, como amianto e resíduos nucleares de baixo nível.

4.4.2 Gestão de RCD nos Estados Unidos

Nova Iorque é uma das cidades dos Estados Unidos com mais alta taxa de produção de resíduos de construção e demolição em relação ao total de resíduos sólidos. O Departamento de Saneamento da Cidade estima que 60% do total de resíduos sólidos em peso sejam de RCD (NYCG, 2013a). Assim como esta, outras grandes cidades dos Estados Unidos, como Los Angeles e Chicago, não têm uma legislação que obrigue a reciclagem de resíduos de construção e demolição. O que determina o que será reciclado são as condições de mercado. Mas lá existe um setor de reciclagem ativo, principalmente para alguns resíduos de construção, como metais, concreto e alvenaria, por exemplo.

Informações do Departamento de Conservação Ambiental do Estado de Nova Iorque dão conta que atualmente estão em atividade mais de 80 empresas que reciclam resíduos de construção e demolição no estado, e muitas delas estão situadas na cidade de Nova Iorque (NYSDEC, 2013b). Em 2010, as instalações de

processamento receberam cerca de 11,5 milhões de toneladas de RCD e foram recuperados cerca de 6,3 milhões de toneladas de material (NYSDEC, 2013a).

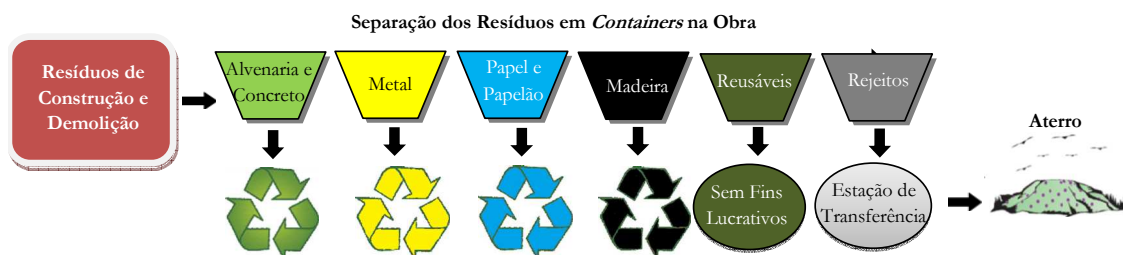
Outros municípios dos Estados Unidos incentivam a reciclagem, dando a assistência técnica necessária e exigindo planos e prestação de informações, como é o caso de Oakland na Califórnia. Em San José, também na Califórnia, há exigência de taxas de reciclagem mínimas de 50% comprovadas por documentação, e imposição de sanções por não cumprimento. Mas é comum, não só nessas cidades, mas em todo o país, o emprego de projetos com especificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que requerem 50 ou 75 % de recuperação de resíduos, dependendo do nível de classificação LEED empregado (NYCG, 2013a).

O Departamento de Projetos e Construções do Governo da Cidade de Nova Iorque disponibiliza em sua página na internet o Manual de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, que tem como objetivo básico ajudar os profissionais projetistas e de construção a impedir que os resíduos gerados sejam levados a aterros. O manual é um guia que apresenta recursos para a redução, reutilização e reciclagem de RCD (NYCG, 2013a).

No manual são apresentados os seguintes caminhos possíveis para a gestão dos RCD:

- a) separar no canteiro de obras os resíduos recicláveis, como alvenaria e concreto, metais, papel e papelão, madeira, em contêineres distintos; no caso de demolições, colocar em um quinto contêiner os elementos reutilizáveis sem fins lucrativos, e num sexto contêiner, os resíduos inúteis que devem ser transportados a uma estação de transferência que, finalmente, os destinará a um aterro (Figura 4);

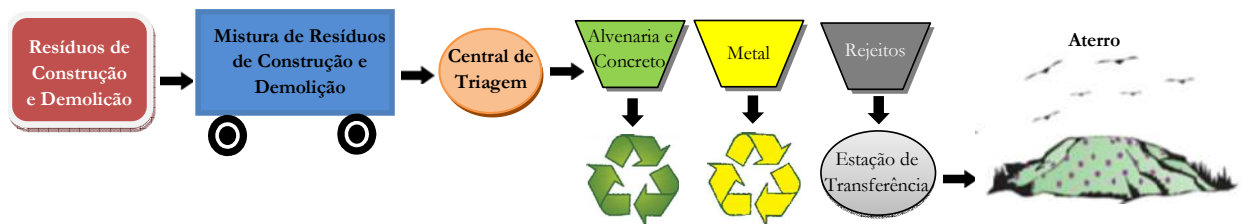
Figura 4 – Opção de gestão de RCD com separação de todos os resíduos na obra



Fonte: adaptado de NYCG, 2013a.

- b) colocar todo o resíduo em grandes contêineres no canteiro de obras, sem que haja uma prévia seleção por tipo, e transportar o material até uma central de triagem; nessa central separar para reciclagem a mistura de alvenaria e concreto e os metais; o restante considera-se rejeito, mesmo contendo materiais que poderiam ser reciclados, e é enviado à estação de transferência que dará destinação a um aterro (Figura 5);

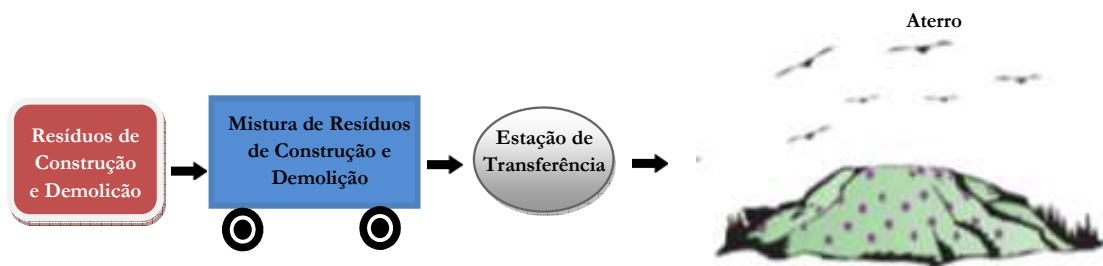
Figura 5 – Opção de gestão de RCD com separação parcial dos resíduos em central de triagem.



Fonte: adaptado de NYCG, 2013a.

- c) terceira opção: colocar todo o resíduo misturado em containers e levá-lo a uma estação de transferência que se responsabilizará por destiná-lo a um aterro (Figura 6).

Figura 6 – Opção de gestão de RCD enviando todo o resíduo a aterro.



Fonte: adaptado de NYCG, 2013a.

As três formas de solução para a gestão são possíveis e apresentam diferentes custos e resultados finais ao meio ambiente. O ideal é a primeira, pois a quantidade de resíduos depositada em aterros é menor. E considerando o aspecto financeiro, pode também ser a mais interessante, pois se houver separação dos resíduos na obra, empresas recicladoras recolhem metais e resíduos de concreto e alvenarias sem custo. Entretanto, em muitos casos, a falta de espaço para a separação dos resíduos no canteiro de obra impede a gestão ideal dos mesmos.

Como não existem aterros disponíveis para resíduos de construção na cidade de Nova Iorque, esses resíduos deverão ser transportados até locais de reciclagem ou enviados para outras cidades ou outros estados vizinhos que recebem esses materiais. Atualmente existem 12 aterros que aceitam RCD no Estado (NYSDEC, 2013c).

Apesar das dificuldades, segundo estimativas do Departamento de Saneamento da Cidade, a taxa de reciclagem para resíduos oriundos de alvenarias e concretos é de 60% e de 40% para os outros tipos de materiais de construção recicláveis. Contribuem para a manutenção ou aumento desses índices as altas taxas cobradas para o serviço de remoção de misturas de resíduos, com valores que podem chegar aos US\$ 650 para cargas de 20m³, e com tendência de se elevarem (NYCG, 2013a).

O governo da cidade propõe especificações a serem seguidas para a redução dos resíduos de construção e demolição. São especificações para projetos sustentáveis comuns e para projetos que atendem às especificações LEED. Os modelos a serem seguidos estão disponíveis no *website* do Departamento de Projetos e Construções da cidade de Nova Iorque (NYCG, 2013b).

Também no manual é apresentado um modelo de Projeto de Gestão de RCD para obras na cidade de Nova Iorque contendo, basicamente, os seguintes itens:

- a) dados da obra;
- b) previsões de quantidades geradas (demolição e construção);
- c) empresas contratadas (para dar destinação ao RCD);
- d) medidas de prevenção adotadas (para evitar contaminações);
- e) porcentagens previstas de recuperação, reuso e reciclagem;
- f) resumo contendo as taxas de desvio de aterros.

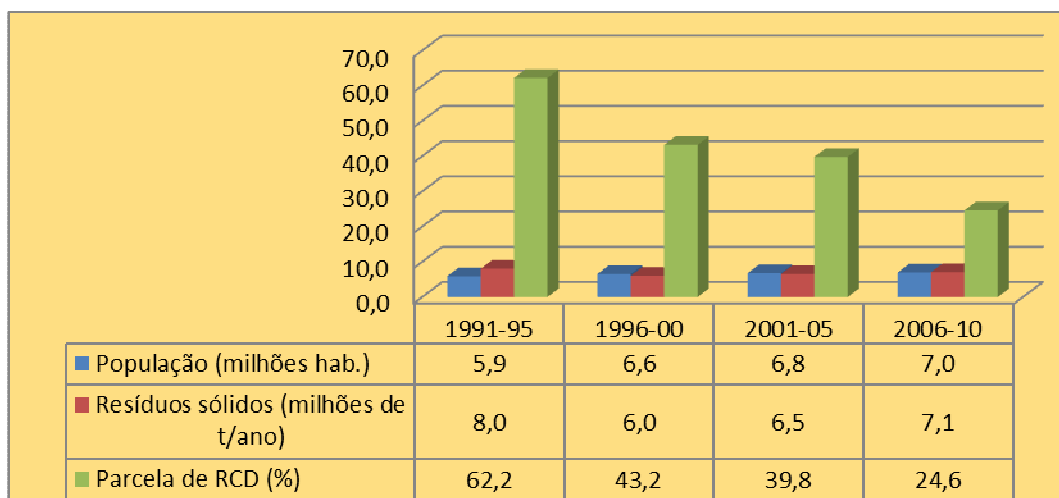
4.4.3 Gestão de RCD em Hong Kong

De acordo com Lu e Yuan (2012), o governo de Hong Kong tem feito muitos esforços para solucionar os problemas causados pelos resíduos de construção. A partir de 1980 uma série de regulamentos foram emitidos para promover a gestão de resíduos de construção; desde então, ao executar esses regulamentos, a conscientização da sociedade para a gestão de resíduos de construção tem sido significativamente promovida e reforçada.

Numa pesquisa sobre a realização da triagem de resíduos de construção elaborada por Poon et al. (2001) em Hong Kong, foi constatado que os construtores relutam em realizar a triagem na obra apesar das vantagens que poderiam ser obtidas. As causas são os gastos com tempo e mão de obra na operação e falta de espaço nos canteiros de obras, o que dificulta a prática da triagem. Por esse motivo, os empreiteiros de Hong Kong predominantemente enviavam os resíduos de construção diretamente para aterros ou áreas públicas de descarga como forma de eliminação.

Dados estatísticos do Departamento de Proteção Ambiental do Governo de Hong Kong informam que no quinquênio de 1991-95 foram destinadas em média 8,3 milhões de toneladas anuais de resíduos sólidos aos aterros na cidade de Hong Kong (Gráfico 2); desse total 62,2% eram provenientes de construção e demolição (EPDHK, 2012).

Gráfico 2 - Valores médios de População, Geração de Resíduos Sólidos e Parcela de RCD em Hong Kong (1991-05 a 2006-10)



Fonte: o autor, dados obtidos de EPDHK, 2012.

Nos anos seguintes, com o esforço do governo e a conscientização da população houve uma sensível redução desses valores. Observa-se no que no período de 1996 a 2000 a média anual de resíduos dispostos em aterros foi de 6 milhões de t/ano e 43% eram de RCD, enquanto no período de 2001-2005 foram em média 6,5 milhões de t/ano com 39% de RCD.

Uma redução mais efetiva na quantidade de RCD disposto em aterros foi conseguida após a introdução dos centros de triagem de RCD em 2006, fazendo

com que, de uma média anual de 7,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos apenas 24,6% fossem de RCD no período de 2006 a 2010.

Este programa foi implantado para enfrentar a quantidade crescente de resíduos gerados nas atividades de construção e tem causado grande efeito na minimização dos resíduos de construção destinados a aterros. Já foram triados mais de 5,11 milhões de toneladas de resíduos de construção nos dois centros criados para essa finalidade. Segundo os autores Lu e Yuan (2012), o sucesso do programa é atribuído principalmente à boa execução das políticas pelo governo de Hong Kong, que são fundamentadas no princípio do “poluidor-pagador”. O uso dos centros de triagem é incentivando através de taxas de disposição mais elevadas em aterros de resíduos urbanos e, além disso, foi implementado um eficiente sistema de controle de transporte de resíduos de construção.

Em Hong Kong entre as opções de minimização de resíduos de construção e demolição a triagem se apresenta como uma boa prática. Os resíduos inertes como concreto, tijolos e areia são depositados nas instalações de recepção de preenchimento público para recuperação de terras. Plástico, vidro, papel, bambu, madeira e outros materiais orgânicos como podas e limpeza de terrenos são dispostos nos aterros como resíduos sólidos. A triagem evita que inertes e não inertes sejam enterrados juntos, permitindo maior eficiência na reutilização e reciclagem e prolongando a vida útil dos aterros. Contudo, é preciso impor altas taxas ou leis que obriguem a triagem para conseguir resultados eficientes (POON et al., 2001).

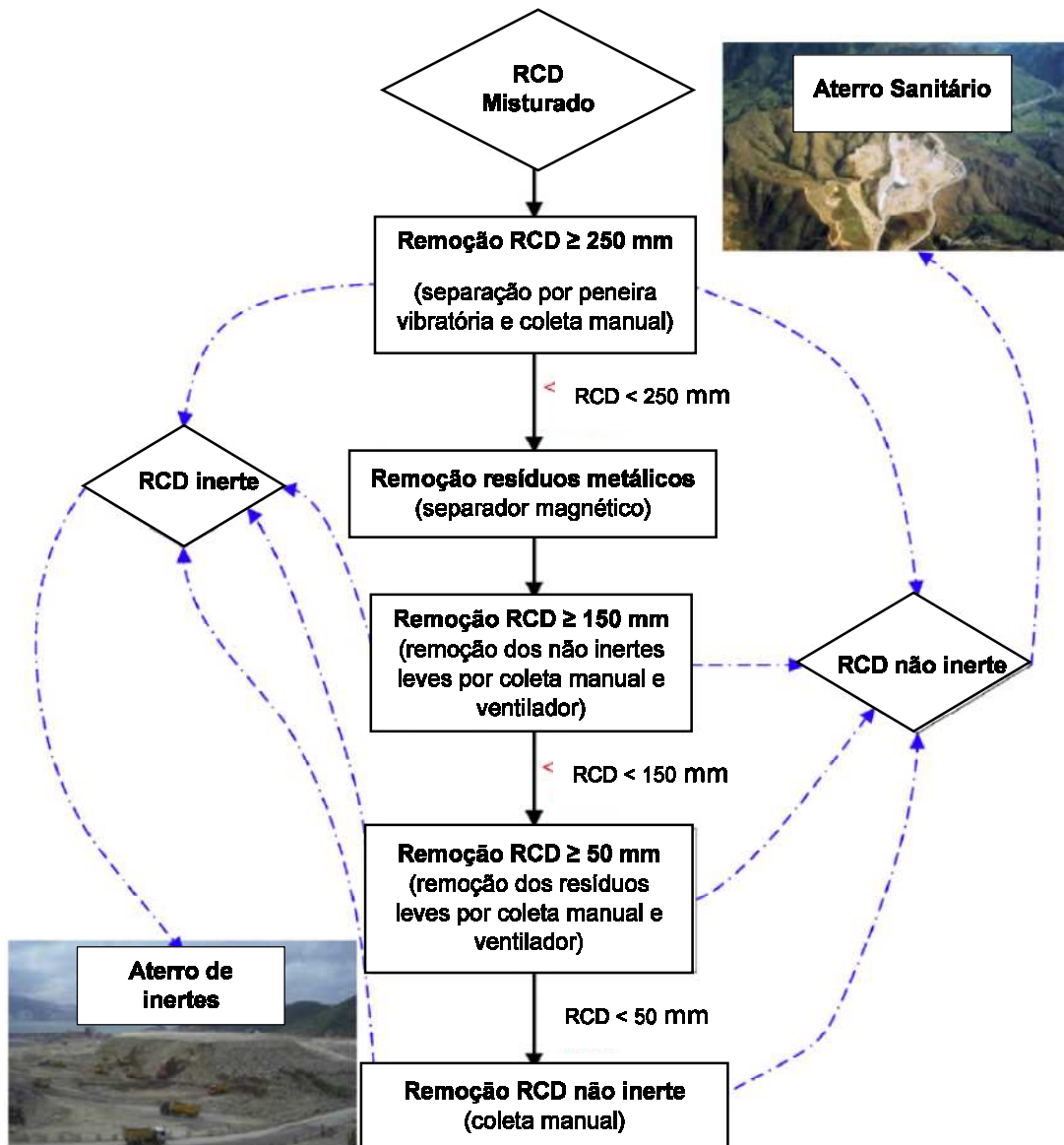
Conforme Lu e Yuan (2012) os empreiteiros de obras de Hong Kong devem pagar o equivalente a US\$ 12.90 por tonelada para entregar os resíduos de construção que contenham no mínimo 50% em peso de materiais inertes nos centros de triagem. Esse valor tem uma redução significativa caso a classificação seja feita na obra e a carga seja apenas de materiais inertes; nesse caso o material pode ser entregue em instalações públicas de recepção a um custo equivalente a US\$ 3.50 por tonelada. Mas se o material contiver menos de 50% de material inerte, a carga não é aceita nos centros de triagem e deverá ser levada ao aterro sanitário, onde serão cobrados US\$ 16.10 por tonelada. A grande diferença de valores para a recepção do material inerte já separado tem incentivado a triagem dos resíduos na obra; contudo, os construtores, na maioria dos casos, ainda optam por entregar o

material nos centros de triagem. As justificativas continuam sendo os gastos com mão de obra, perda de tempo e a falta de espaço nos canteiros de obra.

As duas unidades de triagem de resíduos de construção conhecidas como Tseung Kwan O (com capacidade para triagem de 2.800 toneladas por dia) e Tuen Mun (700 toneladas por dia) estão instaladas estrategicamente próximas a aterros, mas dependendo da localização das obras a distância encarece de forma significativa o transporte dos materiais. Nelas o processo de classificação dos resíduos é feita por peneiras vibratórias que separam os resíduos inertes em vários diâmetros. Há também um separador magnético para a remoção dos resíduos metálicos e ventiladores para a separação dos resíduos menos densos, como plásticos e papéis. Nos diversos estágios de separação dos resíduos há o auxílio de catadores que fazem a coleta manual dos recicláveis não inertes (LU e YUAN, 2012).

Depois de passar por todos os processos de triagem, os resíduos de construção são finalmente separados em duas pilhas, ou seja, materiais inertes e materiais não inertes. Tal como indicado no fluxograma (Figura 7), os materiais inertes serão enviados para aterros de inertes que são instalações públicas para recepção de materiais de enchimento, enquanto os não inertes são transportados para disposição final em aterro sanitário.

Figura 7 – Fluxograma do RCD nos centros de triagem de Hong Kong



Fonte: adaptado de Lu e Yuan, 2012.

Com as instalações de triagem foi conseguida uma grande redução das quantidades de resíduos de construção destinadas a aterros. De acordo com Lu e Yuan (2012), o exemplo de Hong Kong é interessante para ser seguido, entretanto antes de instalar centros de triagem deve ser feita uma criteriosa verificação para a localização adequada, evitando altos custos com transporte. Além disso, para que haja um melhor aproveitamento dos resíduos e uma vida mais longa para os aterros,

os autores consideram importante a instalação de usinas de reciclagem tanto para os resíduos de construção inertes quanto para os não inertes.

4.4.4 Gestão do RCD no Brasil

No Brasil, assim como nos outros países, é grande a preocupação com os problemas causados pelo mau gerenciamento dos RCD. O governo, Institutos de Pesquisas, Universidades, Sindicatos, Conselhos e outros órgãos envolvidos com a indústria da construção civil têm participado e contribuído para a elaboração de leis, normas e manuais que estimulem uma adequada gestão dos RCD.

O marco principal na gestão de resíduos da construção e demolição no Brasil foi a Resolução nº 307 do Conama, baixada em 2002, a qual estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

A Resolução foi baixada com a finalidade de efetivamente reduzir os impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. Para atingir este objetivo ela atribui aos geradores de RCD a responsabilidade pelo gerenciamento, no qual o objetivo prioritário é a não geração e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Os resíduos gerados deverão ser separados de acordo com sua classe e encaminhados para reciclagem e disposição final adequada. Ela já sofreu atualizações por meio das Resoluções 348/04, 431/11 e 448/12 também do Conama (BRASIL, 2002; BRASIL, 2004; BRASIL, 2011 e BRASIL, 2012a).

Na Resolução os resíduos de construção civil são diferenciados em quatro classes, denominadas A, B, C e D. Essa classificação determina a forma segundo a qual os resíduos devem ser separados, preferencialmente no local onde foram gerados, e considera as possibilidades de valorização e disposição ambientalmente correta (CARELI, 2008).

A Resolução 307 também definiu diretrizes para que os municípios desenvolvessem e implementassem políticas para a gestão dos resíduos de construção civil. Portanto, cabe aos municípios a responsabilidade de elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, que é o instrumento para a implementação da gestão dos RCC que deverá estar em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Além disso, a Resolução

trata das áreas que deverão ser destinadas para transbordo, triagem, reciclagem e disposição final dos resíduos que deverão passar pelo processo de licenciamento ambiental e serão fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes.

Outra importante ação na área da gestão de RCD foi tomada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que em 2004 publicou uma série de normas relativas aos resíduos da construção civil (Quadro 1). Estas normas estão diretamente relacionadas às diretrizes propostas pela Resolução 307 do Conama e, de uma maneira geral, tratam de áreas de transbordo e triagem, áreas de reciclagem, aterros de resíduos da construção civil e do uso de RCD reciclado como agregado na execução de camadas de pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural (LIMA e LIMA, 2009).

Quadro 1 - Aspectos centrais das Normas ABNT para RCD

Normas para Manejo de Resíduos	Definem
NBR 15.112 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Áreas de Transbordo e Triagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Procedimentos para o manejo na triagem dos resíduos das diversas classes, inclusive quanto à proteção ambiental e controles diversos.
NBR 15.113 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Procedimentos para o preparo da área e disposição dos resíduos classe A. Proteção das águas e proteção ambiental, planos de controle e monitoramento.
NBR 15.114 - Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Procedimentos para o isolamento da área e para o recebimento, triagem e processamento dos resíduos Classe A.
Normas para Uso de Resíduos	Definem
NBR 15.115 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.	Características dos agregados e as condições para uso e controle na execução de reforço de subleito, sub-base, base e revestimento primário (cascalhamento).
NBR 15.116 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos.	Condições de produção, requisitos para agregados para uso em pavimentação e em concreto, e o controle da qualidade do agregado reciclado.

Fonte: adaptado de MPMGO, 2014.

Com a finalidade de auxiliar as cidades na elaboração e implementação das políticas para a gestão dos resíduos de construção civil, o Ministério das Cidades, o Ministério do Meio Ambiente e a Caixa Econômica Federal no papel de agente financeiro publicaram em 2005 um manual intitulado “Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos de construção civil nos municípios”. O manual, que teve coordenação de Pinto e Gonzáles (2005), é apresentado em dois volumes, que

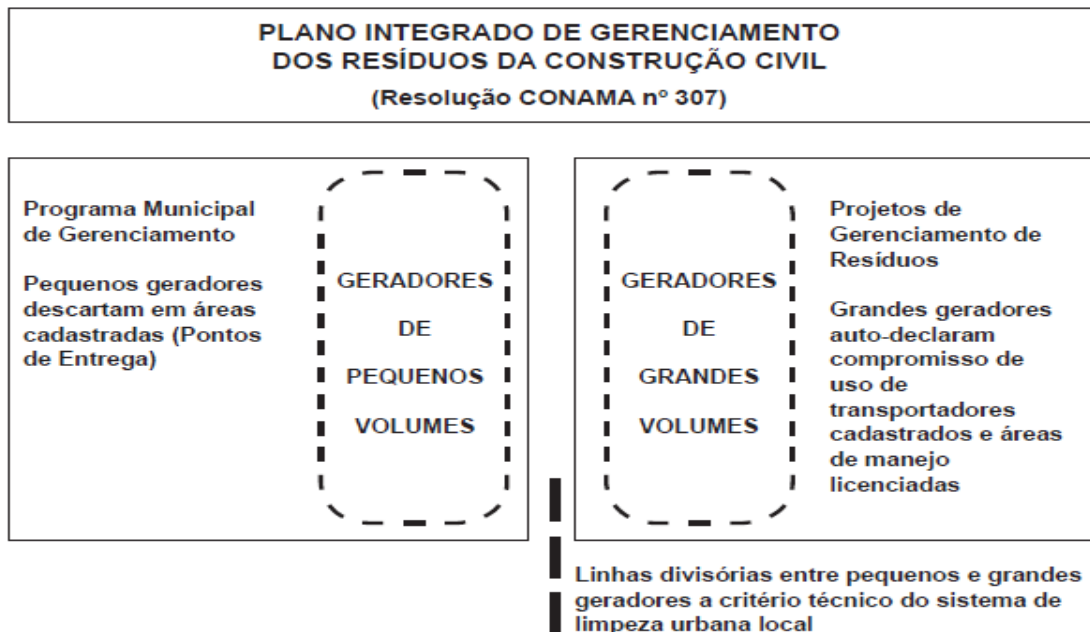
tratam, respectivamente, da gestão dos resíduos da construção civil e da modalidade de financiamento destinada a fornecer recursos aos empreendimentos vinculados ao manejo desses resíduos.

O manual, a partir de experiências bem sucedidas em alguns municípios brasileiros, demonstra como implantar um sistema de gestão de RCD com base nas diretrizes da Resolução 307 do Conama e Normas Técnicas da ABNT, buscando o aproveitamento desses recursos minerais desperdiçados de forma sistemática.

Para a implantação do sistema de gestão o manual propõe inicialmente a elaboração de um diagnóstico para: 1- identificar os agentes envolvidos na geração, no transporte e na recepção dos RCD; 2- estimar a quantidade de RCD gerada no município; 3- identificar os impactos ambientais; 4- impactos econômicos; além de outros aspectos que devem ser considerados.

Uma questão importante é a determinação pelo município, considerando a realidade local, de uma linha divisória que diferencia os geradores de pequenos volumes dos agentes envolvidos com os grandes volumes de resíduos (Figura 8).

Figura 8 - Linhas divisórias entre pequenos e grandes geradores



Fonte: Pinto e Gonzáles, 2005.

Essa definição pode ser feita levando em consideração o porte da obra, a necessidade ou não de formalização, a quantidade de resíduos gerados, meio de transporte, etc.

A partir daí devem ser estabelecidas as políticas para cada tipo de gerador com base nas orientações do manual.

O passo seguinte é a definição do Plano Integrado de Gerenciamento no Município no qual são consideradas: 1- a estratégia de implantação das ações; 2- a estruturação do sistema de gestão sustentável para RCC e resíduos volumosos; 3- o licenciamento das atividades; e 4- a operação do novo sistema de gestão.

Na sequência são apresentadas orientações sobre o financiamento de soluções e, como anexos, estão expostas a legislação e as Normas Técnicas que tratam do assunto.

Dessa forma os municípios deveriam assumir a solução estabelecendo na forma de lei um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil.

4.4.4.1 Desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil

Conforme Ruberg et al. (2014), para a obtenção de bons resultados na indústria da construção civil o conceito de desenvolvimento sustentável deve ser aplicado nas diversas fases dos empreendimentos, desde a fase dos projetos, passando pela operação das obras, até o final de sua vida útil; dessa maneira serão reduzidos os consumos de matéria-prima e energia e será obtido um produto considerado sustentável.

No Brasil o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), com vistas a apoiar o desenvolvimento sustentável e a competitividade ambiental da produção industrial brasileira e a promover o acesso aos mercados interno e externo baixou a Resolução nº 04/2010, que dispõe sobre a aprovação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e dá outras providências. De acordo com o Conmetro, a ACV depende da existência de dados de inventários aplicáveis às matérias primas e aos processos de produção locais. Dessa forma a qualidade dos resultados dos estudos está diretamente ligada à confiabilidade dos dados que são utilizados pela metodologia de ACV. O Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida encontra-se em estágio de desenvolvimento, e conseqüentemente sua aplicação na área de gerenciamento de resíduos da construção civil ainda não ocorre (BRASIL, 2010c).

Segundo Ruberg et al. (2014), a ACV pode ser utilizada como ferramenta para dar suporte à tomada de decisão na escolha de materiais a serem empregados em obras de engenharia. Já existem, por exemplo, estudos de materiais empregados na execução de alvenaria comparando os processos de produção de blocos cerâmicos e de concreto. Foram relacionadas pesquisas de Rosa (2010) e Mastella (2002), nas quais os conceitos da ACV foram aplicados com base na NBR ISO 14.040. Esses estudos buscaram resultados para subsidiar a escolha mais adequada desses materiais na indústria da construção civil, com base no consumo energético e de menor impacto ao meio ambiente. No estudo concluiu-se que a produção dos blocos de concreto é o que apresenta menor consumo energético, de acordo com a metodologia da ACV, Entretanto, no estudo não foi considerada a emissão de gases, e pelas suas limitações e peculiaridades não pode ser generalizado para todas as regiões do país.

Ainda há um longo caminho a ser percorrido para a obtenção de resultados que possam ser úteis na realização de empreendimentos sustentáveis.

4.4.4.2 Avanços da Legislação Brasileira

O maior avanço na área ambiental relativo ao gerenciamento dos resíduos sólidos é a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criada pela Lei nº 12.305, de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 2010, que instituiu como um dos seus principais instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Na lei são considerados importantes princípios, como por exemplo, o “poluidor-pagador”; o desenvolvimento sustentável; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; o respeito às diversidades locais e regionais; e o direito da sociedade à informação e ao controle social (BRASIL, 2010a).

Na lei 12.305/2010 foram estabelecidos limites temporais para algumas ações tais como a eliminação de lixões e a consequente disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, inclusive de RCD, até 2014 (BRASIL, 2010a). Entretanto, o Projeto de Lei do Senado Federal 425/2014 prorroga, de forma escalonada, o prazo para as cidades se adaptarem à PNRS. Capitais e municípios de região

metropolitana vão ter até 31 de julho de 2018. Os municípios de fronteira e os com mais de 100 mil habitantes, com base no Censo de 2010, têm prazo até 2019. Cidades entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020 e as com menos de 50 mil habitantes, até 31 de julho de 2021 (SENADO FEDERAL, 2015).

Em novembro de 2010 foi publicado pela Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente o Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos. Este manual considera os avanços dos dispositivos regulamentadores das responsabilidades, desde o advento da Resolução 307 do Conama, até a abordagem da Lei Nacional de Saneamento Básico de 2007 e, por final, as diretrizes definitivas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010b).

Neste manual são apresentadas estratégias para o envolvimento de geradores, transportadores, receptores, diferenciados por seu porte, em ações que incorporam a oferta de instalações normatizadas, atividades de educação e fiscalização. São descritos os elementos centrais para o projeto e implantação das Redes de Áreas para o manejo de resíduos gerados em pequenas e grandes quantidades com soluções para municípios de vários portes. São prestadas informações sobre os valores de investimentos e as formas de financiamento existentes para dar apoio à iniciativa pública ou privada. É proposto um cronograma para implantação do sistema de gestão. São ainda apresentadas informações sobre: a operacionalização do sistema de gestão; os custos operacionais das atividades de manejo; a definição de núcleo gerencial das atividades no ambiente do consórcio; o monitoramento e controle das ações públicas e privadas regulamentadas; e as informações sobre o processo de licenciamento de atividades.

4.4.4.3 Panorama da gestão de RCD no Brasil

Se for considerado que a população do Brasil em 2015 está estimada pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013) em 204.450.600 habitantes, e que de acordo com Pinto (1999) cada habitante gera em média meia tonelada de RCD a cada ano, pode-se dizer que neste ano foram produzidas aproximadamente 102 milhões de toneladas de RCD no país.

De acordo com pesquisa anual realizada pela Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - Abrecon (2013) foram

levantadas mais de 310 usinas de reciclagem instaladas no país em 2013. Considerando que a média de produção gira em torno de 47% da capacidade instalada, estima-se um percentual de 19% de reciclagem do total de 100,5 milhões de toneladas de RCD gerado no país em 2013 (ABRECON, 2013).

Apesar de exemplos positivos ocorrerem em muitas cidades brasileiras, como Belo Horizonte, São Paulo, Distrito Federal e outras, observa-se que na maioria das cidades brasileiras a gestão diferenciada desses resíduos não acontece. Segundo Cabral et al. (2014) a deposição irregular em áreas inadequadas, tais como “bota-fora” clandestinos, lixões e aterros sanitários, continua sendo uma forma de destinação dos RCC na maioria dos municípios de Minas Gerais e esta é uma prática comum nas cidades do país.

Uma pesquisa realizada por Bringuenti et al. (2014) com a finalidade de avaliar a participação social no lançamento de resíduos sólidos urbanos nas cidades realizou um estudo em 28 pontos viciados em municípios do Espírito Santo. Investigando os aspectos que interferem no processo o estudo constatou que os motivos para o surgimento desses pontos são variados, bem como as características dos resíduos presentes.

Segundo Bringuenti et al. (2014) os principais fatores identificados como relacionados ao surgimento e a manutenção dos pontos viciados avaliados são:

- a) ausência e/ou a insuficiência de fiscalização (100,0%);
- b) falta de ações educativas (96,0 %);
- c) falta de estrutura para receber RCD (68,0%).

A maioria dos municípios não cumpre a Resolução nº 307/2002 do Conama que trata do gerenciamento de resíduos de construção e demolição e prevê a existência de unidades de recebimento de entulhos para pequenos geradores. Essas unidades existem em alguns dos municípios avaliados, mas em número insuficiente e com horário de funcionamento restrito, o que dificulta o acesso da população. Em municípios menos urbanizados, com maior disponibilidade de terrenos para construção, muitas vezes sem muro e calçada, tais áreas surgem como opção para este grupo de resíduos (BRINGUENTI et al, 2014).

Na pesquisa realizada pela Abrecon foi verificado que no Brasil são encontrados problemas e dificuldades comuns aos existentes em localidades com maior experiência com reciclagem de RCD, como Japão, Hong Kong e Austrália, como: alto custo para triagem do RCD, falta de tecnologia, falta de apoio de clientes,

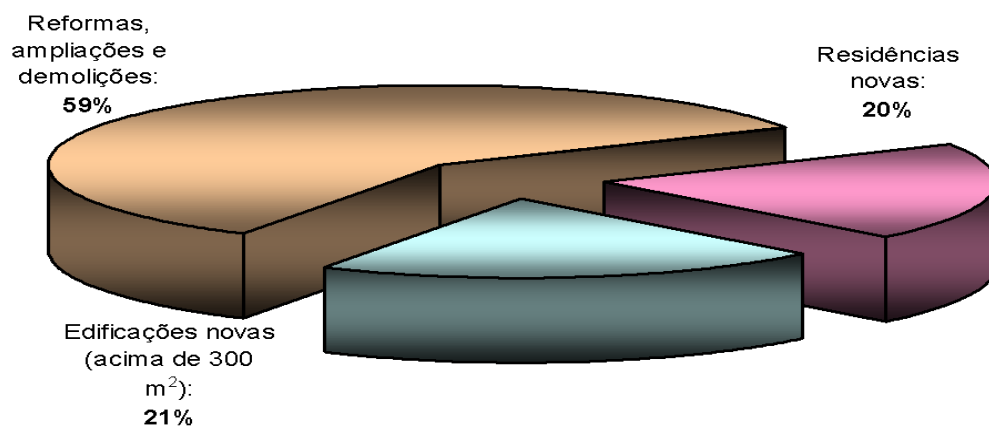
limitado número de usinas e desequilíbrio entre fornecimento e demanda (ABRECON, 2013).

Foram levantados aspectos positivos na pesquisa, como o aumento do percentual de resíduos reciclados nos últimos cinco anos e o crescimento do mercado, com previsão de ampliação dos negócios por parte das usinas existentes nos próximos 2 anos. O setor público é citado como principal resultado negativo, pela falta de apoio na fiscalização da triagem e destinação do RCD, na tributação aplicada ao setor e no que diz respeito ao consumo de materiais reciclados (ABRECON, 2013).

4.4.4.4 Fontes de RCD no Brasil

Por meio de um diagnóstico realizado em alguns municípios brasileiros verificou-se que a maior parte do RCD gerado, 59% em massa, é proveniente de obras como reformas, ampliações e demolições, que na grande maioria são informais (Gráfico 3). Novas residências individuais representam 20% da massa de RCD; dessas, as de maior porte geralmente são formalizadas, enquanto as pequenas obras localizadas na periferia muitas vezes são informais e autoconstruídas. Os 21% restantes do RCD gerado provém de obras com áreas acima de 300 m², quase sempre formalizadas, realizadas por empresas construtoras (BRASIL, 2010b).

Gráfico 3 – Origem do RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total)



Fonte: Brasil, 2010b.

Os maiores geradores de RCD não são as construtoras, mas sim agentes informais que realizam autoconstrução, reformas e ampliações. De acordo com Angulo (2014) a inexistência de instrumentos legais eficientes dificulta o controle das ações destes geradores que, em muitos casos, são os responsáveis pela destinação de RCD em terrenos baldios, margens de cursos d'água e outros lugares impróprios.

Uma parte significativa dos agentes informais é classificada como pequeno gerador e, segundo a Resolução nº 307/2002 do Conama, para estes devem existir áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de RCD.

Nas leis municipais que regulamentam as atividades geradoras de resíduos de construção e demolição é que são classificados os pequenos geradores. Esta parcela de geradores é que poderá se beneficiar dos pontos de entrega voluntária para solucionar o problema da destinação do RCD que produzirem.

4.5 REDE DE CAPTAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS

O Manual de Orientação para Planos de Gestão de Resíduos Sólidos do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012c) incentiva as cidades a implantarem um sistema de gestão denominado Modelo Tecnológico. Este sistema privilegia o manejo diferenciado, a gestão integrada dos resíduos sólidos, com inclusão social, a formalização do papel dos catadores de materiais recicláveis e o compartilhamento de responsabilidades com os diversos agentes.

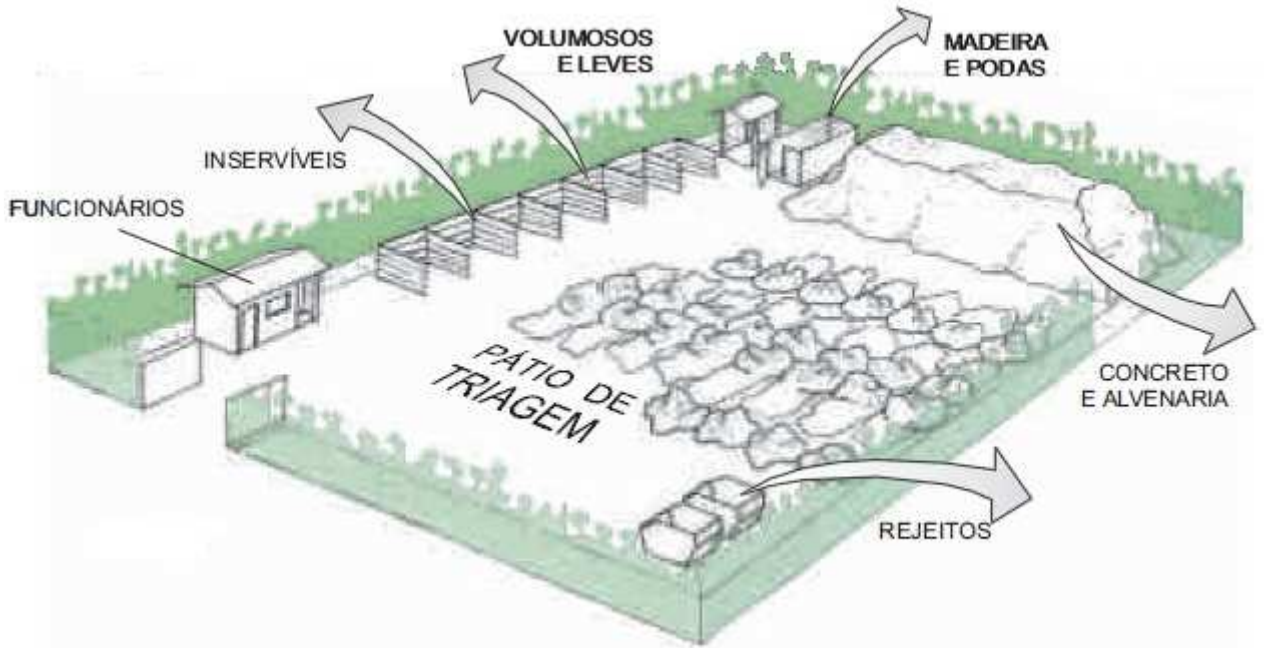
Para a implantação do Modelo Tecnológico proposto pelo MMA é preciso haver um planejamento preciso do território, as redes de instalações para o manejo dos diversos resíduos devem ter uso compartilhado, e deve haver uma logística de transporte adequada, para que os custos obtidos sejam baixos. Na escolha de locais adequados para as áreas de manejo local e/ou regional deve ser consultado o Plano Diretor do município (BRASIL, 2012c).

No manual estão previstas as seguintes instalações para o manejo diferenciado e integrado:

- a) PEV – Pontos de Entrega Voluntária ou Ecopontos para acumulação temporária de resíduos da construção e demolição, de resíduos volumosos, da coleta seletiva e resíduos com logística reversa provenientes de pequenos geradores (NBR 15.112);

- b) ATT – Áreas de Triagem e Transbordo para resíduos da construção e demolição, resíduos volumosos e resíduos com logística reversa (NBR 15.112) (Figura 9). São locais para recebimento de RCD que provêm de grandes geradores e dos PEV próximos. Depois de triados os resíduos são encaminhados para reciclagem ou disposição adequada.

Figura 9 - Modelo de Área de Triagem e Transbordo



Fonte: adaptado de Portal Resíduos Sólidos, 2016

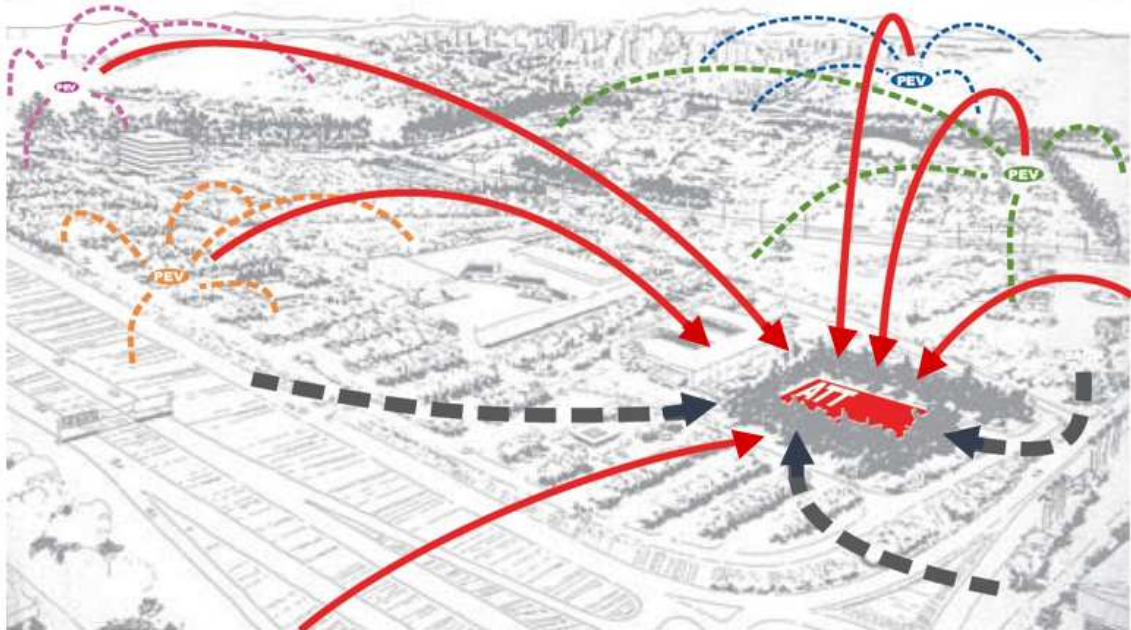
- c) áreas de reciclagem de resíduos da construção (NBR 15.114);
- d) aterros de resíduos da construção Classe A (NBR 15.113)
- e) LEV – Locais de Entrega Voluntária de resíduos recicláveis – contêineres, sacos ou outros dispositivos instalados em espaços públicos ou privados monitorados, para recebimento de recicláveis;
- f) galpões de triagem de recicláveis secos, com normas operacionais definidas em regulamento;
- g) unidades de compostagem/biodigestão de orgânicos;
- h) ASPP - Aterros Sanitários de Pequeno Porte com licenciamento simplificado pela Resolução Conama 404 e projeto orientado pela nova norma (NBR 15.849);
- i) aterros sanitários (NBR 13.896).

Dentre as instalações previstas para a rede de captação de RCD, neste trabalho serão evidenciados os PEV.

4.6 FLUXO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

A gestão diferenciada dos resíduos de construção e demolição prevê fluxos distintos para pequenos e grandes geradores. Enquanto os pequenos geradores devem levar seu RCD até um PEV, os grandes geradores devem transportar os seus até uma ATT ou local de reciclagem. O fluxo da rede de captação dos RCD está demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Fluxo de RCD dos PEV para as Áreas de Triagem e Transbordo.



Fonte: adaptado de Brasil, 2012c.

De um PEV, onde já foi acumulada certa quantidade de RCD recebido dos pequenos geradores, o material é transportado até uma ATT. Na ATT, que também recebe RCD proveniente dos grandes geradores, o resíduo é separado de acordo com as classes estipuladas pela Resolução 307 do Conama e destinado conforme as normas da seguinte forma:

- a) Resíduos classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e

reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras. Os resíduos da classe A devem ser destinados à reutilização ou reciclagem na forma de agregados ou encaminhados a aterros de resíduos da construção civil e de resíduos inertes, projetados, implantados e operados em conformidade com a NBR 15.113;

- b) Resíduos classe B: são resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso. Estes devem ser destinados à reutilização, reciclagem e armazenamento ou encaminhados para áreas de disposição final de resíduos;
- c) Resíduos classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as Normas Brasileiras específicas;
- d) Resíduos classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. Devem ser armazenados em áreas cobertas, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as Normas Brasileiras específicas.

4.7 QUANTIDADE DE PEV NOS MUNICÍPIOS

O número de PEV e de áreas de triagem e transbordo que deverão compor a rede de instalações está proposto no modelo tecnológico do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2012c) e tem como base o porte dos municípios, em função da população. Para os pequenos municípios é orientado que seja implantado um PEV central que agrega as duas funções em uma única instalação (Tabela 1).

Tabela 1 – Rede de instalações em função da população

População da Sede Municipal	PEVs	ATT	PEV Central	Aterro RCD coligado
até 25 mil			1	1
de 25 a 50 mil			2	1
de 50 a 75 mil	3	1		1
de 75 a 100 mil	4	1		1

Fonte: Brasil, 2012c.

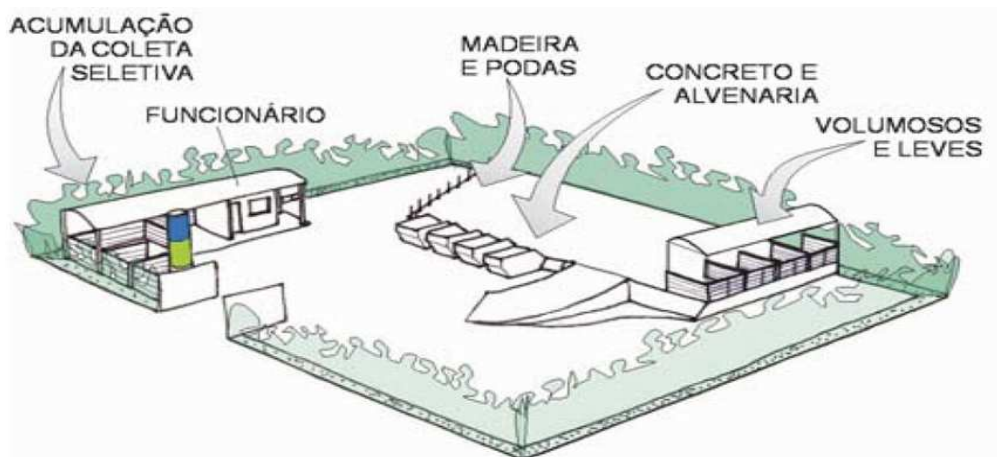
A partir das informações do quadro, para cidades de maior porte pode-se estimar um PEV para cada 25 mil habitantes e uma ATT e aterro de RCD para cada 100 mil habitantes.

4.8 MODELOS DE PEV

A norma NBR 15.112 da ABNT fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.

Um esquema que atende essas características é o exposto na Figura 11.

Figura 11 - Esquema de Ponto de Entrega Voluntária



Fonte: Brasil, 2012c.

Segundo a norma as áreas de transbordo como os PEV devem ter:

- localização com adequabilidade para a atividade quanto à topografia, acessos e vizinhança;

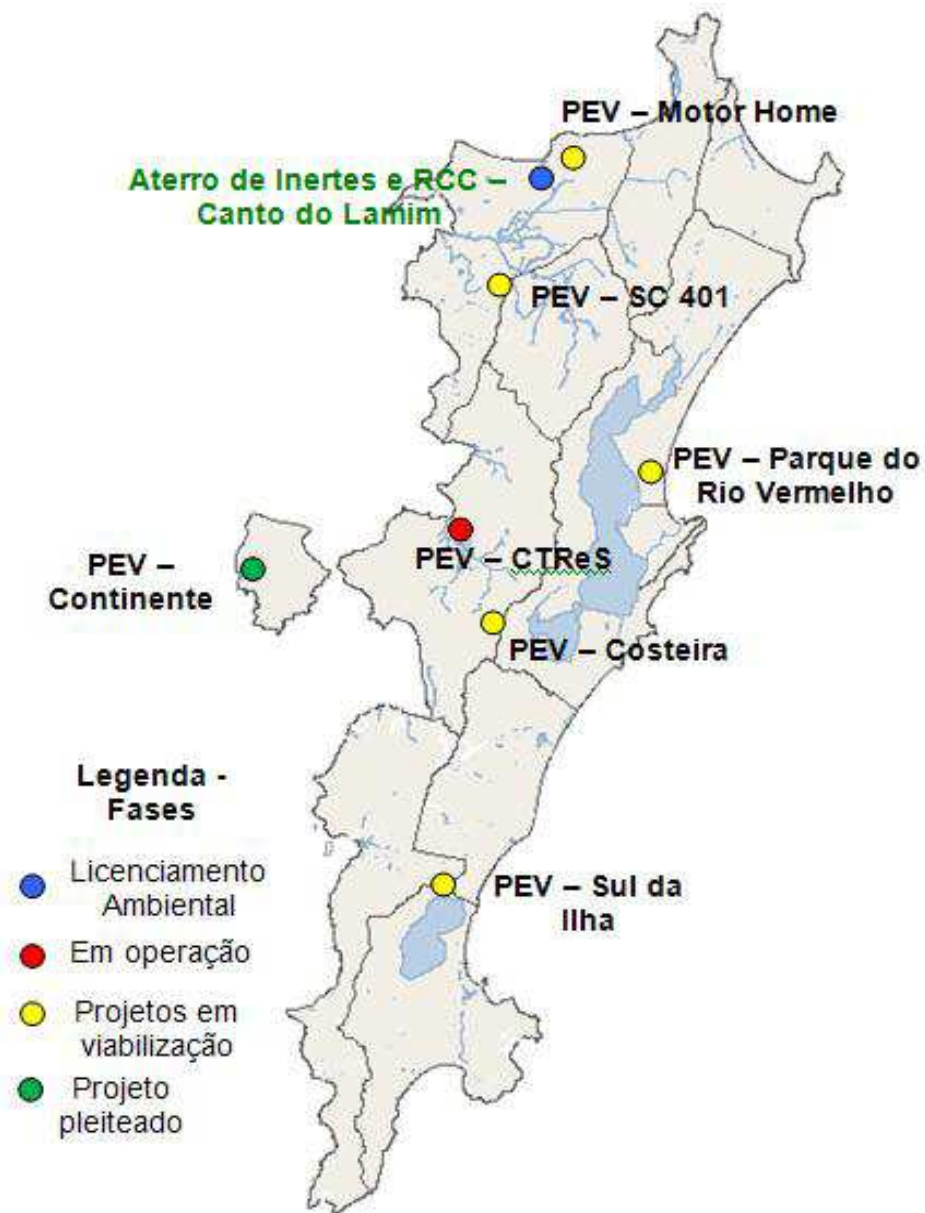
- b) isolamento: portão e cercamento no perímetro da área de operação, construídos de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais; anteparo para proteção da vizinhança, ventos dominantes e estética, como por exemplo cerca viva arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação;
- c) identificação: deve ter, na entrada, identificação visível quanto às atividades desenvolvidas e quanto à aprovação do empreendimento;
- d) equipamentos de segurança: deve dispor de equipamentos de proteção individual e de combate a incêndio, iluminação e energia, de modo a permitir ações de emergência;
- e) sistemas de proteção ambiental: revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem, executado e mantido de maneira a permitir a utilização sob quaisquer condições climáticas;
- f) local de entrega: os resíduos devem ser classificados pela natureza e acondicionados em locais diferenciados; resíduos classe D e gesso devem ser armazenados em áreas cobertas até sua destinação.

Entre as diretrizes para operação a norma cita que só devem ser recebidos resíduos de construção civil e resíduos volumosos. Porém tal atitude seria antieconômica e não daria opção aos pequenos geradores para o descarte de produtos e embalagens sujeitos a programas que envolvem a indústria com logística reversa, como pneus, pilhas e baterias, lâmpadas, óleos minerais e vegetais etc. A possibilidade de descarte de diversos resíduos além de RCD e volumosos já ocorre em cidades como Madri, na Espanha, e existem propostas de instalações de PEV no Brasil com estas características.

4.8.1 PEV de Florianópolis

A Companhia Melhoramentos da Capital (Comcap), órgão da Prefeitura Municipal de Florianópolis que detém a concessão dos serviços de limpeza pública, propõe a instalação de PEV com o objetivo de receber pequenos volumes de resíduos da construção civil provenientes de reformas e ampliações, restos de podas e outros volumosos. A Figura 12 apresenta o mapa previsto para a instalação da rede de captação de RCD composta por PEV e aterro de inertes (COMCAP, 2011).

Figura 12 - Mapa da rede de PEV e aterro de inertes da ilha de Florianópolis



Fonte: COMCAP, 2011.

O PEV é um equipamento público, disponível a todos os habitantes, independentemente de sua classe social, limitado pelo tipo e volume de material.

Os resíduos recicláveis que serão admitidos no PEV geralmente são transportados por carroceiros e freteiros que levam esses resíduos até áreas de descarte irregular. Na Figura 13 tem-se a vista frontal do tipo de PEV projetado pela Comcap com a disposição das caçambas *Roll-on Roll-off* para resíduos volumosos e tipo *Brooks* para recebimento de RCD.

Figura 13 – Vista frontal da entrada do PEV.



Fonte: COMCAP, 2011.

4.8.2 PEV de Belo Horizonte

Em Belo Horizonte já foram instaladas pela prefeitura 32 Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV), que são equipamentos públicos destinados a receber materiais como entulho de pequenos geradores (com limite diário de 1 m³ por obra), resíduos de poda, pneus, colchões, eletrodomésticos e móveis velhos. Esses materiais podem ser entregues nas URPV pela população gratuitamente ou então pode ser contratado um carroceiro para transportá-los (PBH/SLU, 2014). Segundo Cunha Júnior (2005) é um serviço público prestado em parceria com os carroceiros cadastrados que têm contribuído de forma significativa na preservação do meio ambiente do município.

De acordo com a prefeitura de Belo Horizonte, as URPV não recebem lixo doméstico, lixo de sacolão, resíduos industriais ou de serviços de saúde, nem animais mortos. Mas o material recebido nas URPV é separado em caçambas e recolhido regularmente pela Prefeitura. Na Figura 14 um carroceiro faz a descarga de RCD diretamente numa caçamba (PBH/SLU, 2014).

Figura 14 - Carroceiro descarregando RCD na caçamba *Brooks*



Fonte: Cidades do Brasil, 2003.

No local é feita a triagem e o entulho é encaminhado para uma das três Estações de Reciclagem de Entulho onde é transformado em agregado reciclado que pode novamente ser reintroduzido na cadeia da construção civil, e os rejeitos vão para o aterro sanitário (PBH/SLU, 2014).

4.8.3 PEV de São Paulo

Na cidade de São Paulo os Pontos de Entrega Voluntária recebem a denominação de Ecopontos. De acordo com informações da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP, 2014) nestes locais os munícipes podem dispor de forma gratuita pequenos volumes de entulho (até 1 m³), grandes objetos (móveis, poda de árvores etc.) e resíduos recicláveis. Segundo a prefeitura de São Paulo atualmente estão instalados 76 Ecopontos e a intenção é de aumentar o número de unidades. Conforme pode ser observado no Gráfico 4, no período de 2010 a 2013 o aumento nos volumes recebidos nos Ecopontos foi significativo: de 123.500 m³ em 2010 quase quadruplicou a quantidade em 2013, com 485.398 m³.

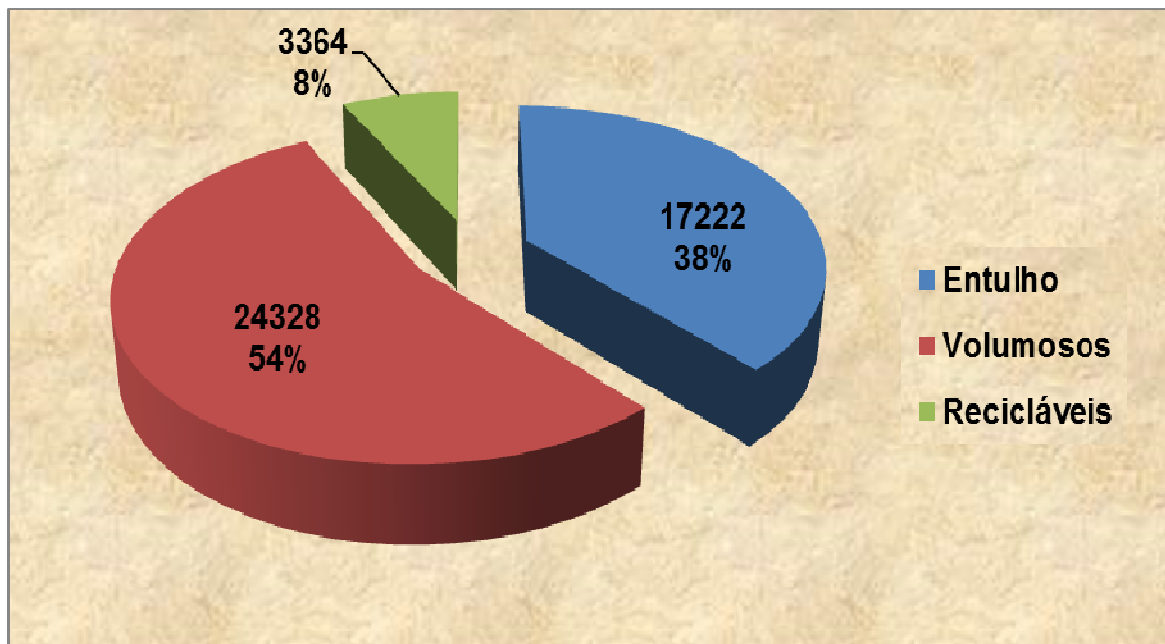
Gráfico 4 - Ecopontos de São Paulo - Volumes Anuais Recebidos (2010-13)



Fonte: o autor, dados obtidos de PMSP, 2014.

Nos Ecopontos o material é disposto em caçambas distintas para cada tipo de resíduo (PMSP, 2014). A maior parte dos resíduos é de volumosos (54%), seguido pelo entulho ou RCD (38%), os recicláveis representam apenas 8% do total recebido em dezembro de 2013 (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Ecopontos de São Paulo - Volumes Removidos (m³) dez-2013

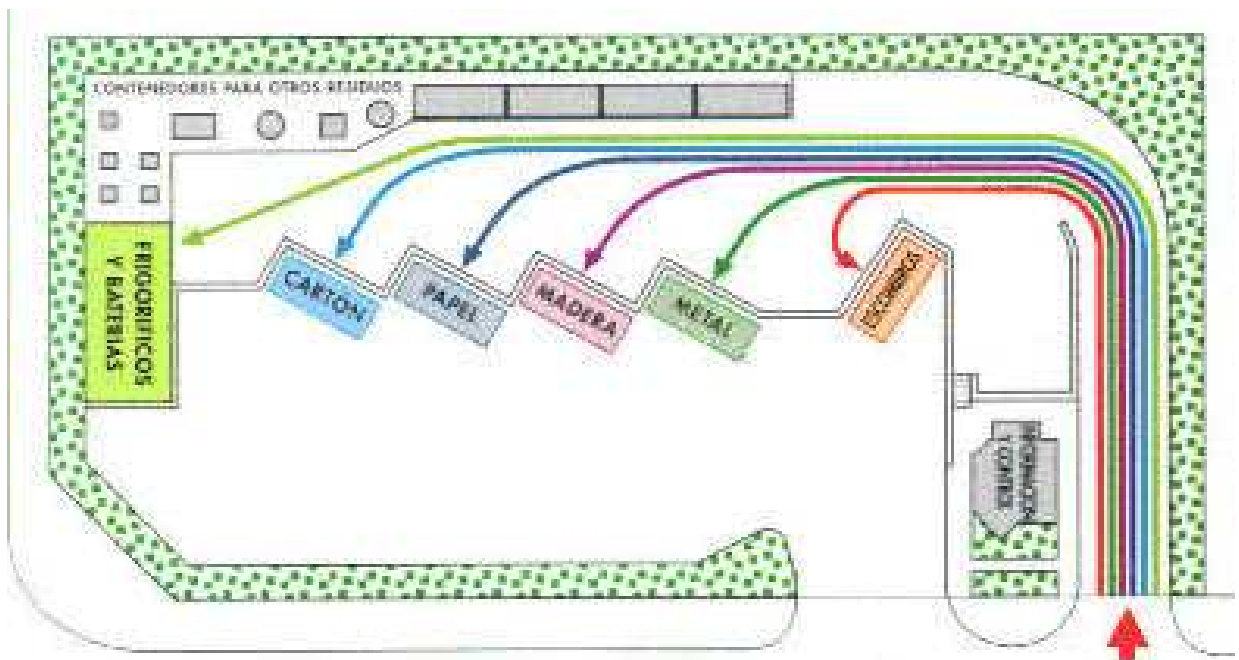


Fonte: o autor, dados obtidos de PMSP, 2014.

4.8.4 PEV de Madri

De acordo com a prefeitura da cidade de Madri, na Espanha, existem 16 Pontos Limpos Fixos e Pontos Verdes Móveis, que são centros para o recolhimento de resíduos recicláveis domiciliares. Estes pontos recebem os seguintes tipos de resíduos recicláveis: vidro, papel e papelão, metal, plástico, madeira, resíduos volumosos como móveis, esquadrias e colchões, eletrodomésticos, geladeiras, resíduos de construção e demolição, óleos vegetais, óleo de motor sintético ou mineral, baterias de automóveis, pilhas, computadores e sucata eletrônica, vestuário e calçados, termômetros, medicamentos, aerossóis, radiografias, lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo, tintas e cartuchos de tinta de impressoras. Na Figura 15 é mostrada a disposição dos equipamentos e o esquema de funcionamento dos Pontos Limpos instalados em Madri (PREFEITURA DE MADRID, 2014).

Figura 15 - Esquema de funcionamento dos Pontos Limpos em Madri – Espanha



Fonte: Blogobosofia, 2014.

Pontos Limpos Móveis (Figura 16) são veículos itinerantes especialmente concebidos para o recolhimento de determinados resíduos específicos, facilitando assim a entrega pelos cidadãos. Eles permanecem estacionados em locais pré-determinados por duas horas para uso da comunidade vizinha.

Figura 16 - Ponto Limpo Móvel



Fonte: Espormadrid, 2014.

Diferentemente dos pontos fixos, nesses veículos alguns materiais não são recolhidos, como por exemplo: RCD, resíduos volumosos (móveis, colchões, camas, portas e molduras, caixas etc.). O material recolhido é levado até os Pontos Limpos Fixos para, depois de juntados aos demais do mesmo tipo, serem destinados à reciclagem.

4.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA SEÇÃO

Em todas as cidades os resíduos de construção e demolição geram problemas que não têm solução simples, principalmente devido aos grandes volumes gerados que, em geral, superam os demais tipos de resíduos sólidos urbanos. Quando esses resíduos não são tratados de forma adequada podem trazer grandes prejuízos ao meio ambiente e à saúde das pessoas.

A preocupação com a gestão deste tipo de resíduo é mundial e percebe-se uma constante busca para o aperfeiçoamento nas leis e normas que regem o destino do RCD. Como regra geral observa-se uma preocupação para a separação dos diversos tipos de RCD existentes predominantemente no canteiro de obras. No processo de gestão do RCD a falta de separação dificulta e, em muitos casos, inviabiliza as possibilidades de valorização e disposição ambientalmente correta.

Observa-se também que o estágio de desenvolvimento econômico dos países e os aspectos culturais influenciam nos princípios adotados para a gestão do RCD.

Na União Europeia foi atingido um estágio mais avançado de conscientização da sociedade que busca preferencialmente as soluções ambientalmente sustentáveis. Nos Estados Unidos e em Hong Kong o processo de gestão de RCD é viabilizado pela imposição de altas taxas, que tornam inviável a destinação inadequada.

No Brasil já foram editadas diversas leis, normas e manuais que levam em consideração princípios importantes como o do desenvolvimento sustentável, do “poluidor-pagador”, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, do reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, para que a gestão dos RCD seja feita de forma adequada.

Em muitas cidades as construtoras já fazem projetos de gerenciamento do RCD e dão destinação adequada a esses resíduos. Entretanto, a maior parcela do RCD provém de pequenos geradores em obras que, na maioria dos casos, são informais. Uma parte significativa dos resíduos destas obras é encaminhada junto ao lixo doméstico ou é lançada em locais clandestinos.

Existem vários exemplos positivos de gestão de RCD em cidades como Belo Horizonte, São Paulo, Florianópolis e outras, que já instalaram PEV para auxiliar na coleta dos resíduos dos pequenos geradores. Entretanto na maioria das cidades brasileiras o problema dos bota-fora clandestinos permanece, e a gestão diferenciada destes resíduos não acontece.

A instalação de uma rede de captação dos RCD proveniente dos pequenos geradores em todos os municípios brasileiros está prevista na legislação em vigor. Mas, para que bons resultados sejam alcançados, é importante que esses pontos sejam atraentes e acessíveis aos pequenos geradores. Portanto, é necessário definir um formato adequado com características físicas e de funcionamento para os PEV e posicioná-los em locais que facilitem a utilização.

5 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Conforme Dantas (2003) os processos decisórios relacionados às questões do meio ambiente se tornam cada vez mais complexos por envolverem o atendimento à múltiplos objetivos e interesses muitas vezes antagônicos. Neste sentido, enquanto os moradores de uma localidade anseiam por melhor qualidade de vida, os governantes buscam atender às necessidades dessa população com o mínimo gasto dos recursos disponíveis; por outro lado, grupos se manifestam em defesa das soluções que privilegiem os aspectos ambientais.

Para a solução de problemas deve-se buscar um equacionamento a partir de metodologias que permitam visualizar a adequação, as vantagens, as desvantagens, a aceitabilidade e a exequibilidade das soluções que se têm em vista, de maneira que seja possível fazer comparações, para então decidir por aquela que for julgada mais aceitável (GOMES et al., 2002).

Esta seção é dedicada a uma apresentação sucinta a respeito dos sistemas de apoio à decisão que serão empregados no estudo, com o objetivo de definir um tipo adequado de PEV a ser implantado nos municípios. Da mesma forma é feita uma abordagem dos princípios da análise multicritério de apoio à decisão empregando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como método decisório, tendo em vista o desenvolvimento do modelo proposto.

5.1 MODELO RACIONAL DE TOMADA DE DECISÃO

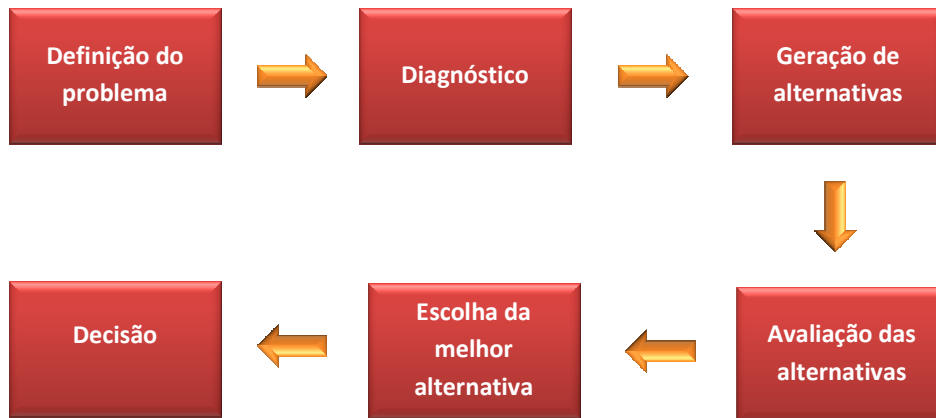
Processos de decisão exigem cada vez mais esforços dos decisores para tomarem uma decisão racional; precisam analisar e se comprometer com o atendimento de diversos aspectos. Além dos aspectos que envolvem a legislação ambiental e da vida em sociedade, precisam ser consideradas questões técnicas e econômicas que muitas vezes apresentam interesses divergentes (DANTAS, 2003).

Segundo Robbins (2006) as pessoas que tomam decisões são racionais, e supostamente fazem ou desejam fazer escolhas consistentes, maximizando o valor dentro de limitações específicas. O modelo racional é descrito pelo autor em seis etapas (Figura 17):

- 1- definir o problema;
- 2- identificar os critérios de decisão;

- 3- atribuir pesos aos critérios;
- 4- gerar alternativas;
- 5- classificar cada alternativa segundo cada critério;
- 6- calcular a decisão ótima.

Figura 17 - As seis etapas do modelo racional de decisão



Fonte: adaptado de Robbins, 2006.

Salienta o autor que para este modelo apresentar um melhor aproveitamento é necessário que a situação tenha as seguintes características:

- a) clareza na definição do problema: informações completas sobre a situação a decidir;
- b) opções conhecidas: todos os critérios relevantes e opções de alternativas viáveis devem ser listados;
- c) preferências claras: a classificação e ponderação dos critérios e alternativas devem refletir sua importância;
- d) preferências constantes: os critérios de decisão são constantes e os pesos atribuídos estáveis no decorrer do tempo;
- e) não há restrições de tempo ou custo: dessa forma o decisor racional pode obter informações completas a respeito dos critérios e alternativas;
- f) máxima compensação na alternativa escolhida: o decisor racional buscará a alternativa com maior valor percebido.

Outros autores como Montana e Charnov (2006) e Stoner e Freeman (1992) acrescentam duas etapas ao final do processo racional de tomada de decisão:

- 1- teste ou implementação da decisão;
- 2- avaliação da decisão implementada.

Nestes modelos pressupõe-se que o processo decisório não termina quando se toma a decisão. Há necessidade de implementar a decisão, monitorar e avaliar os resultados, realizar reajustes, estabelecendo um processo de melhoria contínua.

De acordo com Perdigão et al. (2012) a racionalidade se ocupa da seleção das alternativas que mais se encaixam em algum sistema de valores e são, até certo ponto, uma aceitação do razoável. A alternativa escolhida geralmente é a mais adequada entre aquelas que estavam disponíveis; isto não significa, portanto, que os objetivos visados tenham sido atingidos em sua plenitude. A decisão perfeita é considerada um objetivo muitas vezes perseguido e poucas vezes alcançado.

Robbins (2006) adverte que a capacidade humana para formular e resolver problemas complexos é pequena demais para atender aos requisitos da racionalidade plena, os decisores constroem modelos simplificados que captam apenas características essenciais dos problemas e não levam em consideração toda a sua complexidade. O modelo racional serve de base para a tomada de decisões, mas os decisores operam dentro dos limites da “racionalidade delimitada”.

Agindo com racionalidade delimitada, o decisor inicialmente busca simplificar o problema; em seguida cria uma lista de critérios e alternativas que contém apenas os elementos extremamente visíveis e fáceis de encontrar, estando longe de ser exaustiva. Por sua vez, a análise das alternativas não será abrangente e nem detalhada. Usando caminhos conhecidos e bem trilhados, a análise acontece até que seja identificada uma solução suficientemente boa, ou seja, uma que alcance um nível aceitável de desempenho. Tal fato encerrará o processo de busca e a escolha da solução final apresentará uma solução de acomodação ao invés de uma solução ótima.

5.2 TÉCNICAS QUALITATIVAS DE APOIO À DECISÃO

Quando na tomada de decisões não há números para comparações entre alternativas podem ser utilizadas outras formas para a avaliação. Algumas técnicas empregadas são as seguintes:

5.2.1 *Brainstorming* (tempestade de ideias)

Trata-se de uma técnica criativa para amparar grupos de pessoas a imaginarem/criarem uma grande diversidade de ideias na busca de solução de um problema real. Seu emprego auxilia o conhecimento amplo da situação e facilita a coleta de informações, sugestões e opiniões dos membros do grupo (GOMES et al., 2002).

De acordo com Bem (2014) o *brainstorming* é composto por duas fases principais: na primeira ocorre a produção de ideias – neste momento o objetivo é produzir muitas ideias num ambiente sem restrições, críticas ou avaliações para não inibir os membros do grupo, que devem soltar a imaginação não se importando com a possibilidade das propostas darem certo. Na segunda fase são feitos o aperfeiçoamento e a avaliação das ideias propostas.

Trata-se de uma técnica que apresenta como vantagens poder ser empregada para estudo inicial de todo tipo de problema e não implica na formação de grupos de especialistas no assunto para sua realização. Entretanto, podem ocorrer vários problemas: inibição dos participantes; apresentação de ideias confusas, difíceis de lapidar e avaliar; manifestações a favor e contra as ideias antes do momento oportuno interferindo no processo.

O emprego desta técnica no desenvolvimento da tese ocorreu na fase de elaboração dos questionários empregados nas pesquisas com os gestores de PEV, pequenos geradores, presidentes de associações de catadores e especialistas.

5.2.2 Método Delphi

De acordo com Oliveira et al. (2008) o método Delphi é definido como uma atividade interativa desenvolvida para compatibilizar e harmonizar opiniões de um grupo de especialistas no tema a ser estudado. Os estudos Delphi buscam coletar opiniões e dados fundamentados a partir de um método qualitativo/quantitativo a respeito de um problema complexo com a finalidade de se chegar a um consenso.

O Método Delphi é baseado no princípio de que as previsões por um grupo estruturado de especialistas são mais precisas se comparadas às provenientes de grupos não estruturados ou individuais. De acordo com Gomes et al. (2002), o método foi desenvolvido pela *RAND Corporation* da Califórnia (EUA), e tal

designação foi inspirada no oráculo de Delfos da Grécia antiga. Este método é reconhecido como um dos melhores instrumentos de previsão qualitativa e vem sendo aplicado em:

- a) previsão tecnológica;
- b) administração;
- c) busca de consenso;
- d) prospectiva (principalmente em descrição de cenários futuros);
- e) planejamento estratégico; e outras.

5.2.2.1 Execução do método

O método tem como princípios a intuição e a interação de um grupo formado por especialistas de determinada área de conhecimento que deverão responder a questões formuladas sobre o assunto a ser investigado. É feita uma primeira rodada de questões que permitirá a coleta de dados. Os resultados dessa fase são analisados, calculando-se a média e o desvio-padrão. Os resultados são então sintetizados e os membros do grupo tomam conhecimento e recebem informações dos demais especialistas que têm opiniões diversas das suas; em seguida, respondem a uma nova rodada de questões.

Nesta segunda rodada o especialista, ao verificar opiniões diferentes ou que se contrapõem às suas, é convidado a rever seu ponto de vista e/ou propor novos argumentos que as sustentem. Novas rodadas se repetem até que um consenso ou quase consenso seja alcançado. Geralmente isso acontece entre a quarta e a sexta rodadas, não devendo ir além disso.

O método Delphi é distinguido por três características básicas:

- a) anonimato entre os participantes – por não se comunicarem, reduz-se a influência de uns sobre outros participantes;
- b) interação com *feedback* controlado – a condução do experimento em “rodadas”, com comunicação de resumo dos resultados da etapa anterior, reduz a dispersão do tema principal;
- c) respostas estatísticas do grupo – é uma forma de reduzir a pressão do grupo em direção ao consenso.

Como resultado final é esperada uma previsão que contenha o ponto de vista da maioria. Mas pode ocorrer também um resultado minoritário, desde que haja convicção dessa minoria a respeito do assunto.

De acordo com Oliveira et al. (2008) existem várias vantagens mas também críticas são apontadas por alguns autores ao método; as principais estão expostas no Quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do método Delphi

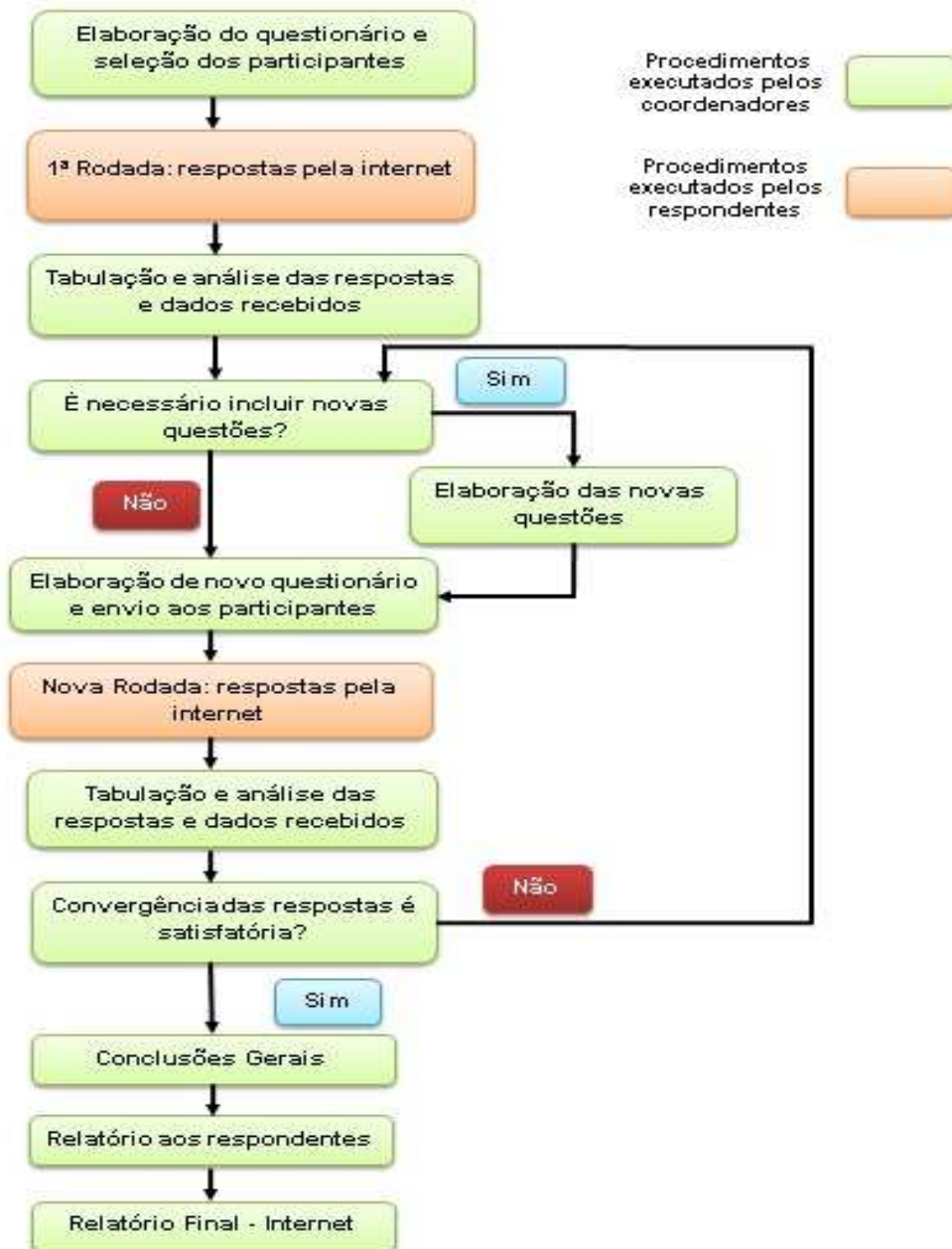
Características do Método	Vantagens	Desvantagens
Uso de Especialistas	Conceitos, julgamentos, opiniões e apreciações formados a respeito do assunto são mais confiáveis.	Possibilidade de obter o consenso de forma demasiado rápida.
Anonimato	Permite que a interatividade aconteça com maior espontaneidade. Favorece a igualdade de expressão de ideias.	
Interatividade	A interatividade foge de uma conjuntura hierárquica, pois formata as respostas e em seguida faz com que elas sejam compartilhadas. Adequação das respostas, pois tende a excluir excentricidades que estejam fora do contexto solicitado. Aprendizado com reciprocidade entre os respondentes.	Rodadas interativas e realizadas em rede são apontadas como desvantagens por críticos ao método. Apesar de tornar o processo mais rápido e menos oneroso, o sincronismo possibilitado pela Internet, contraria o benefício de obter respostas melhor refletidas e elaboradas.
<i>Feedback</i>	Redução de ruídos. Evita desvios no objetivo do estudo. Fixação do grupo nas metas propostas. Possibilidade de revisão de opiniões pelos participantes.	Pode determinar o sucesso ou o insucesso do método. Risco de excluir pontos de discordância na análise
Flexibilidade	No decorrer das discussões os participantes recebem opiniões, comentários e argumentações dos outros especialistas, podendo assim rever suas posições diante do assunto pesquisado. As barreiras à comunicação são superadas.	Dependendo de como são apresentados os resultados e <i>feedbacks</i> , é possível de se criar consensos forçados, ou artificiais, em que os respondentes podem aceitar de forma passiva a opinião de outros especialistas e passar a defendê-las.
Consenso	Sinergia de opiniões entre especialistas. Identificação do motivo de divergência de opiniões.	Risco de se formar um consenso artificial.

Fonte: adaptado de Oliveira et al., 2008.

Podem ser ainda apontadas como vantagens não haver exigência de grupos com número mínimo ou máximo de participantes, apresentar um custo relativamente baixo, pois pode ser executado por meio da internet, e por não existirem confrontos face a face não há pressões sofridas pelos participantes (GOMES et al., 2002).

Giovinazzo e Fischmann (2001) afirmam que a realização de uma pesquisa empregando o método Delphi pela internet mantém as mesmas características do sistema tradicional. Os participantes são mantidos anônimos, são elaboradas as representações estatísticas dos resultados e o grupo recebe o *feedback* das respostas para reavaliação na rodada seguinte. A internet funciona como meio de transmissão das perguntas e respostas, facilitando o acesso ao material em qualquer localidade. Segundo os autores o Delphi Eletrônico deve ser executado conforme está descrito na Figura 18.

Figura 18 - Sequência de Execução de Pesquisa Delphi Eletrônica



Fonte: adaptado de Giovinazzo e Fischmann, 2001.

O método Delphi eletrônico foi escolhido para definir um tipo adequado de PEV a implantar nos municípios e caracterizar seus aspectos físicos e de funcionamento; a quantidade necessária; e, os principais critérios a serem considerados na localização destas unidades. Foram consultados especialistas no assunto na busca de decisões de consenso em relação aos tópicos mencionados. Os detalhes e resultados dessa pesquisa estão no item 7.2.3.

5.3 MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

Rangel e Gomes (2010) consideram que os Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD) são ótimas ferramentas quando se deseja selecionar, ordenar, classificar ou descrever alternativas presentes em um processo decisório na presença de múltiplos critérios que podem ser tanto quantitativos quanto qualitativos.

Eles podem ser vistos como um conjunto de métodos que têm a finalidade de tornar claro um problema, onde as alternativas devem ser avaliadas por múltiplos critérios, os quais, na maioria dos casos são conflitantes. Em situações deste tipo, é frequente o uso de métodos que utilizam a abordagem de prevalência ou superação para ordenar ou selecionar um subconjunto de um conjunto finito de alternativas como melhor solução para o problema proposto (ALMEIDA e COSTA, 2003; GOMES et al., 2002).

Atualmente existe uma grande quantidade de técnicas e métodos multicritério de apoio à decisão (MMAD) e pode-se observar na literatura que esse número continua a aumentar. Diversas são as razões para que isso aconteça (UKG, 2009):

- a) existem muitos tipos diferentes de decisão que se enquadram na ampla faixa de circunstâncias dos MMAD;
- b) o tempo disponível para realizar a análise pode variar;
- c) a quantidade ou a natureza dos dados disponíveis para apoiar a análise pode variar;
- d) as habilidades analíticas dos que apoiam a decisão pode variar, e;
- e) a cultura e as necessidades das organizações decisoras variam.

No Brasil os métodos multicritério de apoio à decisão têm sido usados para localização geográfica de instalações que envolvem aspectos ambientais. Dantas (2003), por exemplo, empregou o sistema de apoio à decisão desenvolvido pela rede PROSAB (Programa de Pesquisas em Saneamento Básico) na escolha de

sistemas de tratamento de esgoto doméstico para comunidades nucleadas pelo exército brasileiro; Silva (2012) utilizou o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para localização de usina de reciclagem de resíduos da construção civil; Silva et al. (2010) usaram a análise de decisão multicritério apoiada em Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a localização de indústria de esmagamento de soja; Zambon et al. (2005) utilizaram a análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG.

Observa-se uma tendência de crescimento no uso de métodos de apoio à decisão, principalmente com o apoio em SIG. Segundo Silva et al. (2010) a utilização casada de métodos de análise de decisão multicritério com SIG já acontece há mais de vinte anos. Num levantamento elaborado por Malczewski (2006) em revistas especializadas indexadas constatou-se que entre os anos de 1989 e 2004 foram publicados 319 artigos com uso conjunto de SIG e análise multicritério. A maioria destes estudos envolvia estudos ambientais ou ecológicos (55), transportes (34), planejamento urbano e regional (32), gestão de resíduos (29). No que se refere ao tipo de decisão envolvida a maioria (91) era sobre uso da terra e foram classificados 46 artigos que abordam a localização de instalações usando esses recursos.

5.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Atualmente as ferramentas mais utilizadas para localização espacial são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). De acordo com ESRI (2014a), são sistemas que integram *hardware*, *software* e dados permitindo capturar, gerenciar, analisar e exibir informações geograficamente referenciadas. Os SIG ajudam a resolver problemas e responder perguntas pela visualização e interpretação de dados que revelam relações, padrões e tendências na forma de mapas, relatórios e gráficos.

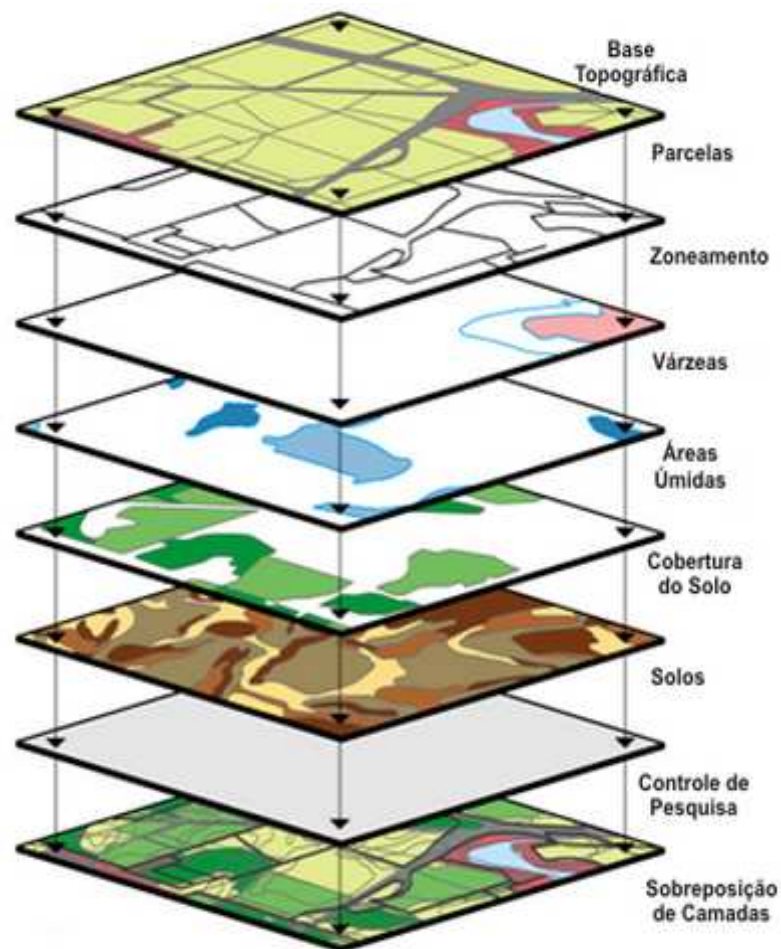
As possibilidades de aplicações do SIG são praticamente ilimitadas. Estudos de impacto ambiental, planejamento territorial, do uso do solo, dos recursos naturais, usos militares, obras e serviços públicos ou privados (CONDE, 2010).

O uso cada vez mais intenso dessa ferramenta é justificado pelo seu poder de integrar o conjunto de rotinas de programação desenvolvidas para representar e manipular grandes quantidades de dados, os quais contêm informações

representativas do mundo real, através de coordenadas geográficas, possibilitando análises espaciais (STAR e ESTES, 1990).

O SIG armazena informações que possuem referência espacial (coordenadas geográficas) sobre a superfície terrestre em uma coleção de camadas (*layers*) (Figura 19). Essas estão ligadas a um banco de dados descritivos (geométricos e alfanuméricos) e se relacionam umas com as outras por meio de sua localização espacial. Os dados, dessa forma interligados, suprem sistemas computacionais que permitem a integração de dados, possibilitando a análise de problemas predeterminados. Um SIG permite a visualização espacial dos dados através de interfaces gráficas dos sistemas e/ou através da confecção de mapas impressos, nos quais são ilustradas as soluções de problemas (BRASIL, 2014).

Figura 19 - Coleção de camadas (*layers*) referenciados geograficamente.



Fonte: Brasil, 2014.

De acordo com Malczewski (1999) dados geográficos, informações e tomadas de decisões são três conceitos que se inter-relacionam quando se quer resolver ou tomar decisões a respeito de problemas que envolvem localização espacial.

Os antigos problemas originados pela combinação de informações específicas com conhecimentos gerais são solucionados pelos SIG, que são ferramentas capazes de dar valor prático para ambos. É, portanto uma ferramenta computadorizada para resolver problemas geográficos e um sistema de apoio à decisão espacial que auxilia pesquisadores e administradores tomarem decisões (LONGLEY, 2013).

5.4.1 Métodos de decisão multicritério e os SIG

Os Sistemas de Informações Geográficas e os métodos de decisão multicritério são áreas distintas de pesquisa. Entretanto, de acordo com Malczewski (1999), decisores envolvidos com problemas de planejamento e gerenciamento que acontecem no mundo real podem se beneficiar das técnicas e procedimentos gerados pela combinação dessas duas áreas.

Demesouka et al. (2014) afirmam que os Sistemas Multicritério de Apoio à Decisão Espacial (SMADE) surgiram como uma integração dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e dos Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD). Os MMAD baseados em SIG permitem a incorporação de objetivos conflitantes e preferências do decisor em modelos de decisão espaciais. Nas últimas décadas, uma grande variedade de artigos de pesquisa foram publicados a respeito da implementação desses métodos e/ou ferramentas em diversos estudos de casos reais.

Há uma necessidade urgente de abordagens que permitam assegurar a tomada de decisão racional, minimizem os impactos ambientais e, ao mesmo tempo, aumentem a possibilidade de evitar a oposição pública. Nessa direção, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) baseados em análise de aptidão expandem as abordagens tradicionais para a consideração dos diversos atributos e dos dados espaciais (DEMESOUKA et al., 2014). Durante as últimas três décadas, muitos estudos deste tipo foram realizados, por exemplo: relacionando localização de aterros de resíduos sólidos (DALMÁS, 2008), implantação de unidades de

reciclagem (HOKKANEN e SALMINEN, 1997), localização de áreas industriais (RAMOS, 2000), entre outros.

5.4.2 Encontrar locais adequados usando SIG

O emprego de modelos de adequação para encontrar locais para um determinado tipo de uso, de acordo com Mitchell (2012) é uma das aplicações mais comuns dos SIG.

Segundo o autor, modelos de adequação incluem o emprego de camadas (*layers*) que representam as características dos locais dentro da área de estudo. O que se busca é identificar locais que têm as características que atendam aos critérios que constituem um local adequado para o uso. A identificação destes locais é feita por análise de sobreposição das camadas. Tais modelos podem ser usados para encontrar áreas suscetíveis a um evento, como incêndios, infestação de insetos, alagamentos ou deslizamento de terra. Da mesma forma, eles são utilizados para identificar áreas desejáveis.

Segundo Gounaridis e Zaimis (2012), os recursos avançados dos SIG na resolução, edição, análise e modelagem de dados espaciais fornecem uma valiosa ferramenta para os planejadores em avaliações multicritérios. A integração destas duas áreas científicas é uma abordagem pioneira, inovadora, eficaz e confiável para todos os planejadores e tomadores de decisão especialmente aqueles no campo dos estudos ambientais.

5.4.3 Análise de sobreposição de mapas de critérios

A técnica da análise de sobreposição de mapas de critérios com uso dos SIG é realizada por meio dos seguintes passos (ESRI, 2014b):

a) definir o problema;

O objetivo geral deve ser identificado e é preciso desenvolver uma clara definição de quando o problema estará resolvido. Devem ser estabelecidas medidas específicas para identificar o sucesso do resultado do modelo.

b) dividir o problema em submodelos;

A maioria dos problemas de sobreposição é complexa, e é recomendável dividi-los em submodelos para maior clareza e resolver o problema de forma eficaz.

c) determinar os mapas com camadas significativas;

Os atributos ou camadas que afetam cada submodelo precisam ser identificados. Cada fator captura e descreve um componente dos fenômenos do submodelo que definem contribuindo para os objetivos do submodelo, e para a meta global do modelo de sobreposição. Todos os fatores que contribuem para definir o fenômeno devem ser incluídos no modelo de sobreposição e em algumas situações as camadas precisam ser criadas.

d) reclassificar ou transformar os dados em uma camada;

Sistemas numéricos diferentes como, por exemplo: nominais, ordinais, proporções e intervalos, não podem ser combinados diretamente de forma eficaz. Antes de os múltiplos fatores poderem ser combinados para a análise, cada um deve ser reclassificado ou transformado para uma escala comum de relação.

Escalas comuns podem ser pré-determinadas, tal como uma de 1 a 9 ou uma escala de 1 a 10, com o valor mais elevado sendo mais favorável, ou a escala pode ser em uma escala de 0 a 1, que define a possibilidade de pertencer a um conjunto específico.

e) atribuir peso às camadas de entrada;

Certos fatores podem ser mais importantes para o objetivo global do que outros. Se for este o caso, antes de os fatores serem combinados, os fatores podem ser ponderados com base na sua importância.

f) adicionar ou combinar as camadas;

Na análise de sobreposição, é desejável que se estabeleça a relação de todos os fatores de entrada em conjunto para identificar locais que atendam aos objetivos do modelo.

g) analisar.

A etapa final do processo de modelagem é analisar os resultados. Os locais identificados devem ser visitados para verificar se cumprem os critérios de forma sensata ou se ocorreram mudanças desde que os dados

para o modelo foram criados. Em seguida é selecionado o local mais adequado.

5.4.4 Modelos para escolha de localização adequada

Mitchel (2012) descreve três modelos como os mais usados para avaliação de áreas para um determinado uso particular. O emprego de cada uma delas depende dos tipos de critérios envolvidos na adequação das áreas. Os modelos são:

a) modelos de adequação booleana;

Métodos para a modelagem de adequação para identificar locais que atendem todos os critérios estabelecidos e, conseqüentemente, eliminar locais que não atendem um ou mais critérios são métodos que utilizam a lógica booleana para determinar se um local faz parte do conjunto de locais adequados. Este tipo de modelo de adequação divide os locais, em dois grupos ou conjuntos distintos: aqueles que são adequados (atribuído valor 1) e os que não são (valor 0), não existe a possibilidade talvez. O modelo avalia se cada local atende a cada um dos critérios. A resposta deve ser "sim" (valor 1) para todos os critérios para um local a ser incluído no conjunto de locais adequados.

Modelos de adequação com sobreposição booleana são úteis quando se deseja, por exemplo, excluir áreas que não podem ser utilizadas para construir como: áreas de proteção ambiental, parques e praças, faixas de 30m nas duas margens de arroios e rios urbanos, ou ainda locais sujeitos a deslizamentos ou alagamentos.

b) modelos de adequação com sobreposição ponderada;

A sobreposição ponderada permite atribuir um valor de adequação a cada valor (ou faixa de valores) nas camadas de origem utilizando uma escala comum especificada, criando-se uma nova camada no processo (chamado de camada adequada). A camada adequada é sobreposta e os valores adequados somados. O resultado é uma nova camada com valor global de aptidão para cada local. Este método permite atribuir mais importância a alguns critérios que os outros, atribuindo um peso para cada camada de adequação quando as camadas são sobrepostas - daí chamar-se sobreposição ponderada. É útil quando se quer avaliar cenários

alternativos, alterando a importância relativa dos diferentes critérios. O método também é útil quando a maioria ou todos os critérios têm distintos valores de adequação, como definido por regulamentações, padrões da indústria ou de pesquisa aceitos.

c) modelos de adequação com sobreposição *fuzzy*.

A sobreposição *fuzzy* envolve a definição da relação entre os valores da camada de origem e a camada de adequação em uma escala contínua que vai de 0 (não adequado) até 1 (totalmente adequado). Isto é feito por meio de uma função matemática apropriada. Após este procedimento as camadas são combinadas para atribuir um valor global de adequação para cada local. Este método é útil quando a relação entre os critérios específicos e a adequação não estão bem definidos. O método também dá várias opções para combinar camadas utilizando operadores lógicos ou matemáticos. Por causa da flexibilidade que fornece na atribuição de valores de adequação e na combinação de camadas, a sobreposição *fuzzy* é particularmente indicada para a criação de um modelo de adequação que tenta capturar o conhecimento de especialistas em um campo particular (se, por exemplo, os especialistas são capazes de descrever, mas não necessariamente quantificar, a relação entre os valores da camada de origem e de adequação).

5.5 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO

De acordo com o manual de análise multicritério desenvolvido pelo governo do Reino Unido devem ser considerados os seguintes critérios para a seleção de métodos multicritério de apoio à decisão (UKG, 2009):

- a) consistência interna e solidez lógica;
- b) transparência;
- c) facilidade de uso;
- d) requisitos de dados que não sejam incompatíveis com a importância do tema a ser considerado;
- e) recursos de tempo e de mão de obra realistas para a análise do processo;
- f) capacidade de fornecer uma trilha de auditoria; e
- g) disponibilidade de *software*, quando necessário.

5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA SEÇÃO

Pequenos geradores de RCD necessitam de uma forma fácil e de baixo custo para descartar estes e outros resíduos recicláveis, e a legislação prevê a instalação de PEV para esse fim. Entretanto, para que a sociedade seja atendida de forma eficiente é de vital importância que seja definido um tipo de PEV que realmente funcione, e que a rede de captação de resíduos formada pelos PEV tenha quantidade adequada e estejam instalados em locais de fácil acesso na área urbana.

Nesta seção foram apresentados métodos de apoio à decisão que foram utilizados para visualizar vantagens, desvantagens, aceitabilidade, exequibilidade e adequação das soluções que se tem em vista, tornando possível fazer comparações para então decidir por aquela que for julgada mais aceitável.

6 METODOLOGIA

O presente trabalho é classificado como uma pesquisa exploratória qualitativa, pelo objetivo de analisar o cenário da gestão de resíduos na construção civil, e pode ser classificada também como aplicada, devido aos seus objetivos serem dirigidos para a geração de um instrumento com aplicabilidade prática, visando à busca da solução de problemas relacionados à gestão de RCD.

Para verificação dos resultados da aplicação do modelo foi escolhida a cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná, por existirem informações georreferenciadas do município necessárias ao desenvolvimento do trabalho. Além disso, a cidade tem relevo irregular e um porte que exigirá um número razoável de PEV para atender a toda a área urbana. Tais elementos a tornam um bom teste para o modelo.

Trata-se de uma cidade pólo de desenvolvimento no Estado do Paraná e a quarta maior em número de habitantes (Tabela 2).

Tabela 2 - Municípios do Paraná: projeção da população para 2015

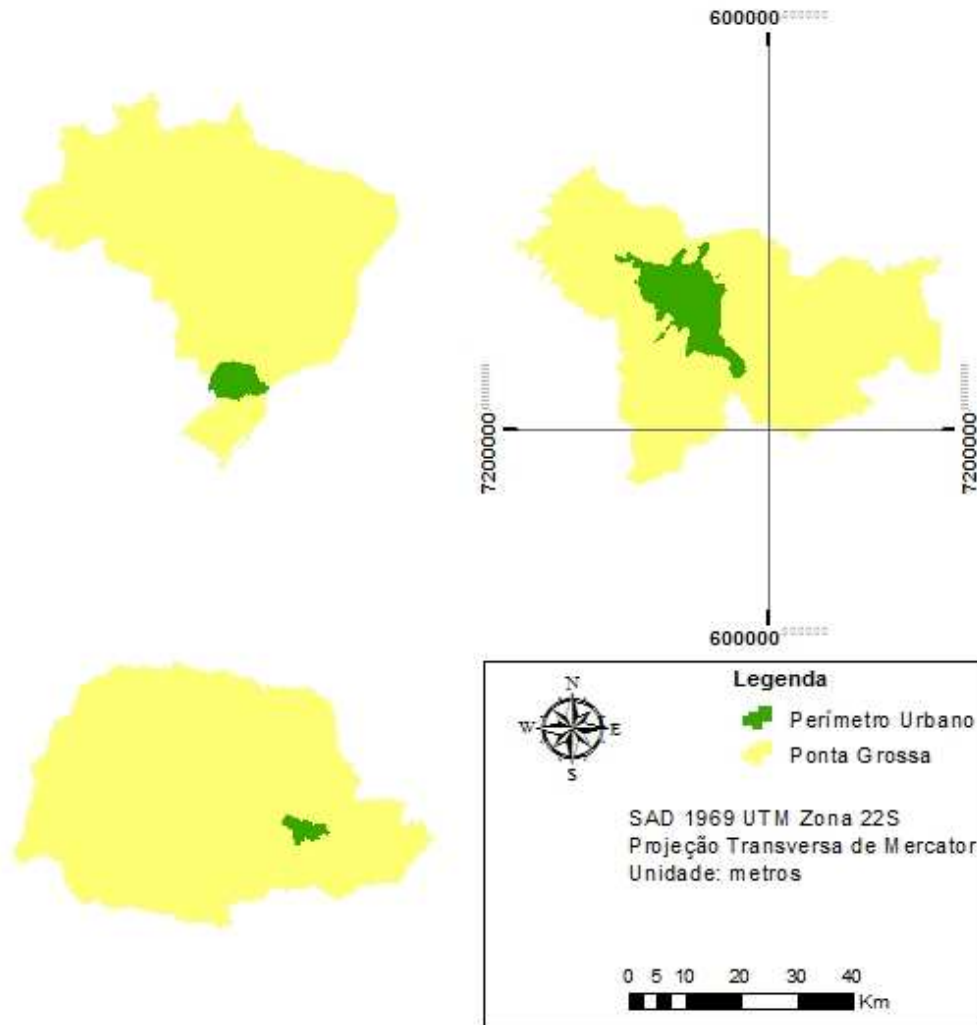
nº	Município	Habitantes
1	Curitiba	1.879.355
2	Londrina	548.249
3	Maringá	397.437
4	Ponta Grossa	337.865
5	Cascavel	312.778
6	São José dos Pinhais	297.895
7	Foz do Iguaçu	263.782
8	Colombo	232.432
9	Guarapuava	178.126
10	Paranaguá	150.660

Fonte: o autor, dados obtidos de IBGE, 2015.

De acordo com a estimativa do IBGE para 2015, o município possui aproximadamente 337.865 habitantes dos quais 330.400 residem na área urbana (IBGE, 2015).

Conforme dados da prefeitura o município tem uma área total de 2.112,6 km² (PMPG, 2014). A área urbana é composta por 16 bairros que totalizam uma área de 199,2 km². Especificamente o objeto de estudo é a área urbana do município (Figura 20) e o público alvo serão os pequenos geradores de resíduos de construção e demolição.

Figura 20 - Localização do município e da área urbana de Ponta Grossa.



Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor com emprego do ArcGIS®.

6.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o atendimento aos objetivos específicos foram utilizados os seguintes materiais e métodos:

Foram examinados os cenários brasileiro e mundial do gerenciamento de resíduos da construção e demolição (RCD), verificadas leis, diretivas e manuais empregados em diversas cidades e países. Além disso, foram consultados livros, artigos, trabalhos e fontes de dados que trazem informações relevantes sobre o assunto. A busca e o acesso a estes materiais foram realizados, em grande parte, por meio de consultas na *internet* em portais de periódicos e repositórios de universidades.

Com o mesmo tipo de pesquisa foi desenvolvido o estudo dos sistemas de apoio à decisão. Foram abordados os tipos de decisão, as técnicas empregadas e os principais métodos multicritério de localização espacial com a finalidade de tomar decisões racionais na definição do tipo de PEV e do modelo de apoio para a definição da localização dos PEV.

Considerando a escolha de Ponta Grossa para a aplicação do modelo foi feita uma análise do gerenciamento do RCD no município a partir de um diagnóstico elaborado pelo autor, seguindo diretrizes propostas por Pinto e Gonzáles (2005) no Manual intitulado “Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos de construção civil nos municípios”. Neste diagnóstico são levantadas importantes informações: como os geradores gerenciam o RCD; as quantidades de RCD geradas no município; a classificação dos resíduos; os transportadores; os locais de destinação autorizados e ilegais; a reciclagem dos resíduos; o consumo de resíduos reciclados. As informações e os dados foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, aos geradores e transportadores de RCD, com questionários dirigidos à coleta das informações apresentadas no diagnóstico.

O objetivo específico de estudar das variáveis que influenciam no sucesso da captação de RCD proveniente de pequenos geradores em pontos de entrega voluntária foi dividido em 5 etapas:

- 1ª) pesquisa em artigos e documentos para identificar os modelos existentes de PEV adotados não só no Brasil, mas também em outros países (esta etapa está contida na seção 4- Fundamentos da pesquisa, as demais fazem parte da seção 7);
- 2ª) considerando que já existem algumas localidades que implantaram este sistema de captação em nosso país, foram realizadas pesquisas junto aos gestores nas cidades de Londrina, Curitiba, São Paulo e Belo Horizonte, com a finalidade de verificar os modelos de PEV empregados, suas características, as vantagens e desvantagens percebidas. Foi analisado também o funcionamento de dois ecopontos não monitorados instalados em Ponta Grossa para fins de teste. Para isso foi elaborado um questionário com perguntas fechadas e abertas que foi aplicado pessoalmente com os responsáveis pelo gerenciamento destes pontos em Londrina, Curitiba e Ponta Grossa e por meio de telefone e e-mail com os gestores de São Paulo e Belo Horizonte;

- 3ª) pesquisa em forma de questionário com perguntas abertas e fechadas junto aos pequenos geradores em Ponta Grossa. A amostra de pequenos geradores foi escolhida a partir do mapa viário da cidade dentro da área urbana do município representando a área central e periferia. A partir de cada ponto escolhido de forma aleatória foi localizado o pequeno gerador mais próximo disposto a participar da pesquisa. A localização foi feita por meio de busca visual de materiais de construção ou resíduos expostos em frente ao imóvel. Ao todo foram entrevistados 31 pequenos geradores;
- 4ª) a partir de informações obtidas nas três etapas anteriores foi elaborado um questionário para ser aplicado em formato DELPHI eletrônico com um grupo de especialistas. Este grupo é composto por gestores de resíduos de construção civil, arquitetos, engenheiros, ambientalistas e outros profissionais que contribuíram para a obtenção de resultados significativos na definição de um tipo ideal de PEV a ser implantado nos municípios, e também dos critérios mais importantes para a localização dos PEV na área urbana;
- 5ª) com os resultados da pesquisa DELPHI foram definidas as características do PEV a ser implantado, sua capacidade de captação e área de abrangência. Assim foi possível determinar o número de PEV necessários para o atendimento da área urbana.

A proposição do modelo de apoio para a localização dos PEV que receberão RCD foi feita com o auxílio do *software* ArcGIS® 10.2.2 para Sistemas de Informações Geográficas. Na sua elaboração foram consideradas variáveis espaciais representadas em mapas georreferenciados da área urbana, relevo, zoneamento, sistema viário, bacias hidrográficas, densidade populacional e mapas elaborados pelo autor com a localização de pontos de disposição de RCD autorizados e ilegais informados pela PMPG, dos PEV existentes, áreas de preservação, das associações de catadores de resíduos recicláveis e da usina de reciclagem instalada na área urbana do município.

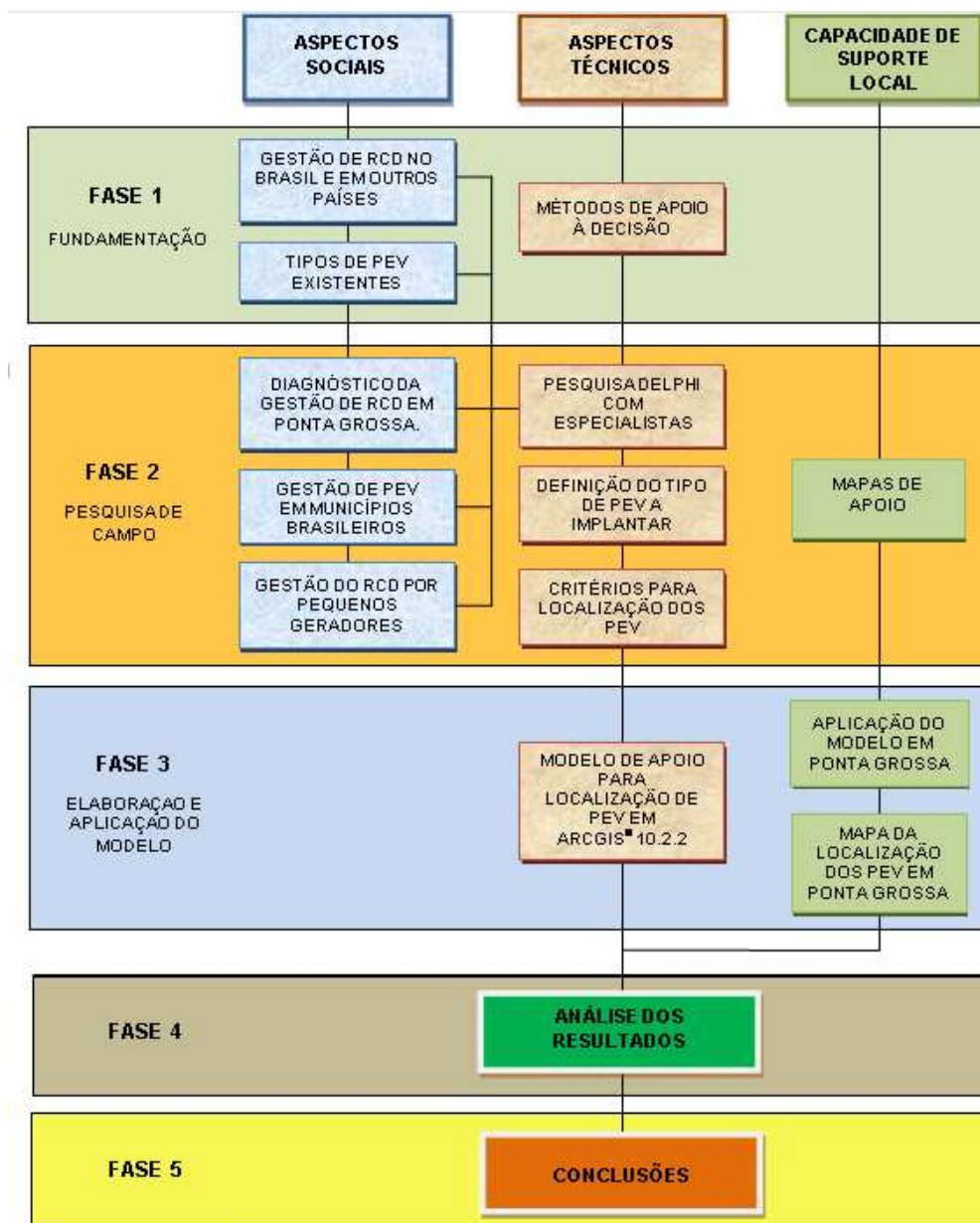
Com o sistema SIG foi utilizada a técnica de sobreposição dos diversos mapas de variáveis espaciais contendo os critérios definidos pelos especialistas como importantes na escolha dos locais apropriados para a instalação dos PEV. Desse procedimento resultaram as áreas que possuem as características de

atratividade ao pequeno gerador e que atendem aos aspectos legais e geográficos impostos.

Os resultados obtidos para localização dos PEV foram avaliados pelo atendimento ou não dos quesitos geográficos e legais que regem a implantação deste tipo de estrutura que é parte fundamental da rede de captação de resíduos de construção e demolição.

A seguir é apresentada a Figura 21 que é empregada para demonstrar de forma resumida as cinco fases de execução da tese com os aspectos envolvidos das atividades desenvolvidas para sua elaboração.

Figura 21- Fluxograma das atividades



Fonte: o autor, 2015.

7 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Neste item estão contempladas as atividades previstas nas fases 2 e 3 da metodologia que foram desenvolvidas para a elaboração do modelo proposto.

Com esse modelo se deseja representar um processo ou sistema que facilite a implantação de uma rede de PEV na área urbana de um município a partir de dados e informações que são aproximações relevantes do mundo real. Pretende-se ainda que o modelo possa ser aplicado em qualquer localidade.

7.1 ANÁLISE DO CENÁRIO DO GERENCIAMENTO DE RCD NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA

A análise foi feita a partir de um diagnóstico proposto no manual de Pinto e Gonzáles (2005): Como Implantar um Sistema de Manejo e Gestão dos Resíduos de Construção Civil nos Municípios. Neste diagnóstico são coletadas as principais informações a respeito dos resíduos gerados na localidade, como: quantitativos gerados, identificação e caracterização dos agentes envolvidos nas etapas de geração, remoção, recebimento e destinação final, além da observação dos diversos impactos que efetivamente resultam de tais atividades. Com estas informações será possível, num segundo momento, definir e priorizar soluções adequadas para a situação encontrada.

7.1.1 Transportadores de resíduos

Atualmente no município de Ponta Grossa existem 47 empresas cadastradas na Prefeitura que fazem o serviço de coleta e transporte de resíduos de construção e demolição. Dentre estas, 35 são empresas que fazem serviços de terraplenagem e demolição e utilizam caminhões caçamba de 6 a 10 m³ de capacidade para limpeza de terrenos, transporte de terra e de RCD. As outras doze utilizam o sistema de caçambas estacionárias e caminhões poliguindastes. Estão em serviço 25 caminhões poliguindastes; dentre estes 18 têm capacidade para transportar apenas uma caçamba e 7 podem transportar duas caçambas de cada vez. As caçambas estacionárias utilizadas pelas empresas têm capacidades variando entre 3 e 6 m³.

Na Tabela 3 estão relacionadas as quantidades de caçambas e totais transportados conforme informações fornecidas pelas empresas sobre o número de viagens realizadas mensalmente. Do número total de caçambas estacionárias (881), a maior parte (702) tem capacidade de 5 m³. Do restante, 139 têm capacidade de 3 m³, 30 de 4 m³ e somente 10 de 6 m³.

Tabela 3 – Quantidade de caçambas e totais transportados mensalmente

Empresas	Capacidade (m³)	Quantidade (un.)	Nº de viagens por mês	Total transportado por mês (m³)	Total transportado por mês (t) ⁽¹⁾
Caminhões poliguindaste (caçambas estacionárias)	3	139	329	987	1.184
	4	30	90	360	432
	5	702	1.700	8.500	10.200
	6	10	22	132	158
Caminhões caçamba	6 a 10	50	300	2.400*	2.880
	Totais	931	2.441	12.379	14.854

Fonte: o autor, 2014.

* Quantidade média mensal de RCD transportada pelas empresas de terraplenagem e demolição.

(1) Massa específica de 1,2 t/m³ na conversão de RCD de m³ para t (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Entre as empresas percebe-se uma intenção de padronização no tamanho da caçamba em 5 m³, pois os custos de transporte, na prática, são equivalentes. Os valores praticados pelo serviço de transporte dos resíduos variam de R\$ 150,00 a R\$ 190,00, dependendo do tamanho da caçamba. Apenas uma empresa leva em consideração a distância percorrida, acrescentando em até R\$ 20,00 o valor, mas não ultrapassando um total de R\$ 190,00 para a caçamba de 5 m³. O prazo máximo de permanência das caçambas no local de carga varia de 4 a 7 dias, dependendo da empresa.

Os serviços de transportes de RCD dos pequenos geradores são, geralmente, realizados com camionetes, carroças tracionadas por animais ou carrinhos de tração humana, mas estes resíduos geralmente são descartados em locais clandestinos, tornando difícil a avaliação das quantidades. Os volumes, apesar de serem consideráveis, não foram computados nessa análise inicial porque não há registros nos órgãos ambientais e na prefeitura sobre esses resíduos.

7.1.2 Origem e volume dos resíduos de construção civil

Conforme informações coletadas junto aos transportadores cadastrados, a maior parte dos resíduos provém de atividades de demolições, reformas e ampliações em edificações já existentes ou de novas construções, que totalizam 92% do total coletado. Os 8% restantes, como pode ser observado na Tabela 4, representam as quantidades recolhidas de limpezas de terrenos, podas de árvores, móveis, restos de madeiras e outros materiais não gerados em atividade de construção civil.

Tabela 4 – Locais de coleta e volumes gerados mensalmente

Locais de coleta Unidade	Reformas, Ampliações e Demolições	Construção de residências com até 300 m ²	Construção de prédios e edificações acima de 300 m ²	Limpeza de terrenos e coletas de indústrias e serviços	Total coletado
Volume (m³)	5.942	4.085	1.362	990	12.379
Porcentagem (%)	48	33	11	8	100

Fonte: o autor, 2014.

Reformas, ampliações e demolições são atividades raramente formalizadas com a aprovação de plantas e solicitação de alvarás, mas, no conjunto, consistem na fonte principal desses resíduos. Entre os valores obtidos nas empresas pesquisadas constatou-se que, em média, 48% dos resíduos transportados são gerados nessas atividades.

Na execução de novas residências e construções com até 300 m², são gerados, aproximadamente, 33% do total de resíduos e em torno de 11% são oriundos de construções de edificações com área maior que 300 m².

7.1.3 Classificação dos resíduos transportados

As empresas transportadoras estimam que entre os resíduos transportados, 82% pertencem à classe A, 10% são da classe B, de acordo com a classificação da Resolução nº307 do Conama, e os 8% restantes são materiais oriundos de limpezas de terrenos, podas de arvores, ou não originados em obras de construção civil, como

já citado anteriormente. As quantidades mensais e diárias por classe de material estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Tipos e quantidades de materiais coletados

Tipo do Material	Porcentagem (%)	Volume mensal (m³)	Volume diário (m³)
Classe A	82	10.151	390
Classe B	10	1.238	48
Podas e limpeza	8	990	38
Total	100	12.379	476

Fonte: o autor, 2014.

As empresas que transportam RCD informam que não coletam resíduos das classes C (principalmente telhas de fibrocimento) e D por se tratarem de resíduos perigosos e que não podem ser depositados junto aos das classes A e B. Tais materiais devem ser recolhidos por empresas especializadas para dar destinação final adequada. Portanto, quando é feita a solicitação do serviço de transporte de RCD, o usuário é avisado e, inclusive, algumas empresas fornecem um folheto explicativo que indica quais resíduos podem ser depositados na caçamba. Contudo, os entrevistados relatam que ao fazerem a descarga da caçamba e, apesar da proibição, é comum encontrarem resíduos das classes C e D misturados ou escondidos entre os outros tipos de materiais.

7.1.4 Separação dos materiais segundo sua classe

No Município de Ponta Grossa a lei ordinária nº 8236 de 13/10/2005 estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil e o decreto Nº 1111, de 17/08/2006 aprova o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. De acordo com estes documentos é obrigatória a elaboração do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC para obras que gerem volumes superiores a 5 m³ de resíduos. Nesse projeto existe a previsão de separação dos resíduos conforme as classes A, B, C e D. Entretanto, como a Prefeitura não está exigindo tal projeto para a liberação do alvará de construção, na maioria das obras não costuma ser feita a separação dos resíduos.

Para verificar se as empresas construtoras estão separando o RCD em obras de grande porte no município foi realizada uma pesquisa. A seleção das empresas foi feita a partir de uma relação, obtida junto à Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, dos edifícios comerciais e residenciais com projetos aprovados entre 01/01/2011 e 31/12/2013 com área superior a 4.500 m², com mais de quatro pavimentos e que estavam em fase de execução. Com estas características foram selecionadas 32 obras e estas estavam sob a responsabilidade de 20 diferentes construtoras. Na pesquisa foram obtidas respostas de 15 das empresas contatadas. Dentre essas, 13 são empresas originárias do município e duas com matriz em outras cidades.

Verificou-se que entre as 15 empresas pesquisadas apenas duas elaboraram o PGRCC, contudo isso não ocorreu para cumprir a legislação do município, mas para o atendimento de normas internas da empresa e de obrigações perante contratos de financiamento. Porém, foi observado certo descuido dos operários envolvidos, e nas caçambas que só deveriam conter resíduos da classe A, havia resíduos de outras classes misturados, como pedaços de madeira, papelão, tubos plásticos, barras de ferro e até uma vassoura (Figura 22). Situação semelhante foi observada nas outras quatro caçambas da obra.

Figura 22- Caçamba de resíduos classe A com mistura de outros tipos de resíduos



Fonte: o autor, 2013.

Entre as empresas que não elaboram o PGRCC, 62% não faz nenhum tipo de separação; o RCD misturado é depositado diretamente em caçambas estacionárias

e a destinação não é conhecida pelos geradores. Contudo, cinco declararam que fazem separação de metais, madeira e papel que são vendidos e os resultados revertidos aos operários da obra ou são doados para catadores de recicláveis.

É muito comum encontrar nas caçambas de resíduos de construção civil resíduos volumosos, como móveis ou podas de árvores (Figuras 23 e 24).

Figura 23- Caçamba com RCD e móveis



Fonte: o autor, 2013.

Figura 24 – Caçamba com poda de árvores



Fonte: o autor, 2013.

Um problema relatado pelos transportadores, que ocorre frequentemente, é a observação de lixo orgânico depositado de forma visível ou escondido nas caçambas. Situações deste tipo dificultam o reaproveitamento do RCD.

Em alguns casos, quando o motorista do veículo encontra pequenas quantidades destes tipos de materiais misturados, ele mesmo retira da caçamba, acondiciona em sacos plásticos e deposita no passeio para ser coletado pelo serviço público de coleta domiciliar. No entanto, quando há grande quantidade de resíduos depositados indevidamente na caçamba, é solicitada ao responsável pela obra a retirada do material. Em situações extremas a empresa não faz o transporte e é feita a descarga do material.

7.1.5 Os locais de recepção dos resíduos

A prefeitura do município informou que desde o início de 2015 só existem dois locais autorizados para receber RCD. Ambos estão localizados na Cidade Industrial, saída para Curitiba. Um deles é propriedade da empresa Zero Resíduos onde está instalada sua usina de reciclagem de RCD. O outro é uma área de aproximadamente

37.000 m² cedida pela PMPG à Cooperconcre, que é a associação dos transportadores de RCD de Ponta Grossa. Este local foi licenciado pela Secretaria de Meio Ambiente para a instalação de uma central de triagem e reciclagem de RCD.

Existem outros dois locais com autorização, mas estes não recebem todo tipo de RCD. Um está situado na Vila Cipa, e trata-se da antiga Pedreira Moro, que recebe terra com a finalidade de recuperação da área. O outro local é a madeireira Mad-Serv que, além dos serviços normais de serraria, faz reciclagem de restos de madeiras industriais, da construção civil e de podas de árvores.

Em função disso, as demais áreas que estavam recebendo RCD tiveram suas autorizações canceladas a partir de 2015. Antes disso ocorria disposição de RCD em diversas áreas particulares com o propósito de aterramento para fins de nivelamento de superfície ou posterior reciclagem. Alguns constam da Tabela 6. Havia inclusive um bota-fora público, pertencente à Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP), mas, nesse local só era permitido o descarte de RCD pela própria Prefeitura.

Tabela 6 – Características gerais dos principais bota-fora existentes (2013-14)

Nome do bota-fora	Bairro	Proprietário do terreno	Responsável pela operação	Número de Viagens/mês
				Caminhões / caçambas
5ª Roda	Chapada	Francisco Carvalho Gomes	Proprietário	570
Sindicato Empresas de Transportes	Ronda	Sindicato Empresas de Transportes	Proprietário	595
Albino Dzázio	Bairro dos Nunes	Albino Dzázio	Proprietário	35
SMOSP	Contorno	PMPG	PMPG	30
Adamovicz Ind. e Com. Ltda	Distrrito Industrial	Adamovicz Ind. e Com. Ltda	Proprietário	50
Posto Br Brasil	Colônia Dona Luíza	Renato Degraf	Proprietário	135

Fonte: o autor, 2014. Informações da SMA - PMPG e das empresas transportadoras de resíduos.

Na maioria destes locais não havia controle do material depositado, não era feita triagem dos materiais e nem espalhamento e compactação com equipamentos apropriados. Dessa forma, os resíduos das classes B, C e D estavam misturados aos da classe A. As pilhas de resíduos eram depositadas umas sobre as outras e

havia riscos de afundamentos e mesmo deslizamentos pela deficiência na compactação e pela inexistência de drenagem dos aterros formados. Além disso, por haver mistura de materiais combustíveis incorporados no aterro, há risco de incêndio, como pode ser verificado na Figura 25.

Figura 25- Fogo em aterro de RCD



Fonte: o autor, 2013.

Num dos bota-fora, que está localizado num ponto de fácil acesso, o proprietário cobrava uma taxa das empresas que desejavam descartar o material economizando no transporte. Entretanto, era um dos locais com maiores problemas de misturas de materiais e possibilidades de deslizamentos (Figura 26).

Figura 26- Aterro alto com mistura de materiais sem compactação



Fonte: o autor, 2013.

7.1.6 Pontos de entrega voluntária

O município ainda não possui Pontos de Entrega Voluntária (PEV) para resíduos de construção civil, de materiais recicláveis, volumosos e podas, como está previsto no Decreto nº 1111 de 2006 do município.

A empresa contratada pelo município para fazer a coleta dos resíduos domiciliares instalou em meados de 2013, para fins de teste, um PEV de resíduos recicláveis num terreno público localizado no bairro da Ronda, próximo à Prefeitura. Neste local (Figura 27), a empresa colocou caçambas identificadas para receber diversos tipos de resíduos, como: vidros, papel, metais, plásticos, eletrônicos, resíduos de construção e também uma caçamba maior para inservíveis, como móveis, eletrodomésticos, pneus etc.

Figura 27 – Ponto de entrega voluntária sem controle



Fonte: o autor, 2013.

Observou-se que no local não havia nenhum tipo de controle para a entrega dos materiais, e portanto ocorriam problemas de mistura dos materiais e mesmo colocação de lixo orgânico nas caçambas. O local era frequentado por catadores que esperavam por entrega de materiais com algum interesse econômico (Figura 28).

Figura 28 – Catador a espera de resíduos com valor comercial num PEV localizado em área pública.



Fonte: o autor, 2013.

Foi constatado que, por não haver caçambas de reserva, quando as mesmas estavam cheias, os resíduos eram depositados fora da caçamba (Figura 29), gerando problemas para a remoção.

Figura 29 - RCD depositado fora da caçamba



Fonte: o autor, 2013.

Além do PEV Ronda a empresa instalou outro mais simples, o PEV Uvaranas que não recebia RCD.

7.1.7 Estimativa da quantidade de RCD gerada no município

Para estimar a quantidade de resíduos gerados em novas construções no município, foi utilizado o índice de 0,15 t/m² de área construída, conforme orientação do manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos (BRASIL, 2010b).

O valor médio de área construída foi calculado a partir do levantamento das construções aprovadas em Ponta Grossa pela Seção de Edificações do Departamento de Urbanismo da Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa. Foram fornecidas informações desde início de 2009 até o dia 9 de julho de 2013, resultando um total de 2.889.063 m² de área aprovada para construção, e uma média anual de 639.173 m². Com esses valores, chegou-se ao índice de resíduos de novas construções de 307,3 t/dia conforme Tabela 7.

Tabela 7– Estimativa da quantidade de resíduos gerada em novas edificações

Período analisado (anos)	Nº de anos	Área total aprovada (m ²) (1)	Média anual (m ²)	Total de resíduos (t/ano)	Indicador dos Resíduos em Novas Edificações (t/dia) (2)
A	B	C	D=C/B	E=Dx0,150	F=E/(12x26)
2009 - 2013	4,52	2.889.063	639.173	95.876	307,3

Fonte: o autor, 2014.

(1) Quantidade informada pela Seção de Edificações do Departamento de Urbanismo da Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa;

(2) Para a definição desse indicador, considera-se 26 dias no mês.

7.1.8 Estimativa da quantidade de resíduos gerada em reformas, ampliações e demolições

Pelas informações fornecidas pelos transportadores de resíduos, 48% do total das viagens mensais são feitas para remoção de resíduos gerados em obras de reformas, ampliações e demolições (Tabela 4). Com estes valores, estima-se uma quantidade de 274,2 t/dia para tais resíduos (Tabela 8).

Tabela 8 – Estimativa da quantidade de resíduos gerada em reformas, ampliações e demolições

Número de viagens mensais (1)	Massa total transportada (1) (t/mês)	Viagens em reformas, ampliações e demolições (2) (%)	Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições (3) (t/dia)
A	B	C	$D=(B \times C)/26$
2.441	14.854	48	274,2

Fonte: o autor, 2014.

(1) Estes dados decorrem dos levantamentos na Tabela 3.

(2) Este dado decorre dos levantamentos na Tabela 4.

(3) Para a definição desse indicador considera-se 26 dias no mês.

7.1.9 Estimativa da quantidade de RCD recolhida em deposições irregulares

A Prefeitura relatou que raramente faz coleta de RCD depositado irregularmente e não tem registros desse tipo de serviço. As deposições irregulares ocorrem, geralmente, em locais de difícil acesso (Figura 30), o que torna impraticável sua remoção.

Figura 30 – Bota-fora clandestino com difícil acesso para limpeza



Fonte: o autor, 2013.

Em alguns casos, em bairros mais afastados, a deposição é feita em vias não pavimentadas e os resíduos de construção são espalhados pelos próprios moradores para melhoria das condições da via.

A prefeitura não possui dados sobre quantidades de RCD em deposições irregulares ou a respeito da geração destes resíduos pelos agentes informais.

Segundo Angulo (2011) a quantificação da geração de RCD por agentes informais é difícil e dispendiosa. Por essa razão existem poucos estudos voltados à quantificação da quantidade de RCD em deposições irregulares.

Para estimar a quantidade dessa parcela em Ponta Grossa foi utilizada a Tabela 9, elaborada por Pinto e Gonzáles (2005) e adaptada pelo autor. A tabela contém indicadores obtidos em diagnóstico de alguns municípios. A partir dos valores obtidos para remoção de deposições nos municípios considerados foi calculada a média ponderada em relação à população dos municípios e chegou-se ao valor de 132,7 t/dia para o município de Ponta Grossa.

Tabela 9 – Condições de geração de resíduos em diversos municípios

Cidade (ano)	População (IBGE) (hab.)	Novas Edificações (t/dia)	Reformas, ampliações e demolições (t/dia)	Remoção Deposições (t/dia)	Total RCD (t/dia)	Remoção deposições (%)
S.J. dos Campos (1995)	539.000	201	184	348	733	47,5
Ribeirão Preto (1995)	505.000	577	356	110	1043	10,5
Uberlândia (2000)	501.000	359	359	241	959	25,1
Diadema (2001)	357.000	137	240	81	458	17,7
Ponta Grossa (2015)	337.865	307,4	274,2	132,7*	714,3	18,6

Fonte: o autor (2015), adaptado de Pinto e Gonzáles (2005).

* Valor estimado pela média ponderada da relação entre remoção deposições/população.

Como pode ser observado na Tabela 9 existem variações significativas para os valores de remoção de deposições. Entretanto, o valor obtido (132,7 t/dia) pode ser considerado para estimar as quantidades totais geradas no município.

O valor é significativo, e justifica a instalação de PEV para sua captação.

7.1.10 Estimativa da quantidade total de resíduos gerados

A estimativa total de resíduos gerados no município de acordo com o Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em

Consórcios Públicos deve levar em consideração a soma de três parcelas. A primeira é o indicador de resíduos das construções novas, encontrada na Tabela 7, a segunda é das quantidades geradas em demolições, reformas e ampliações, encontrada na Tabela 8. A terceira refere-se à parcela dos resíduos de deposições irregulares que foi estimada na Tabela 9. O resultado obtido pode ser observado na Tabela 10.

Tabela 10 – Estimativa do total de resíduos gerado no município

Indicador dos resíduos em novas edificações (t/dia)	Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições (t/dia)	Indicador dos resíduos em deposições irregulares (t/dia)	Estimativa da geração de RCD (t/dia)	População (hab.) (1)	Taxa (t/ano por hab.)
A	B	C	D=A+B+C ou D=A+B	E	F=(Dx26x12)/E
307,4	274,2	132,7	714,3	337.865	0,66

Fonte: o autor, 2015.

(1) – Número de habitantes estimado para 2015 (IBGE, 2015).

A partir dos dados coletados chega-se a uma quantidade total estimada de 714,3 toneladas diárias de resíduos de construção civil produzida no município de Ponta Grossa. Considerando que a população estimada em 2015 é de 337.865 habitantes, obtém-se a taxa de 0,66 t/ano/hab.

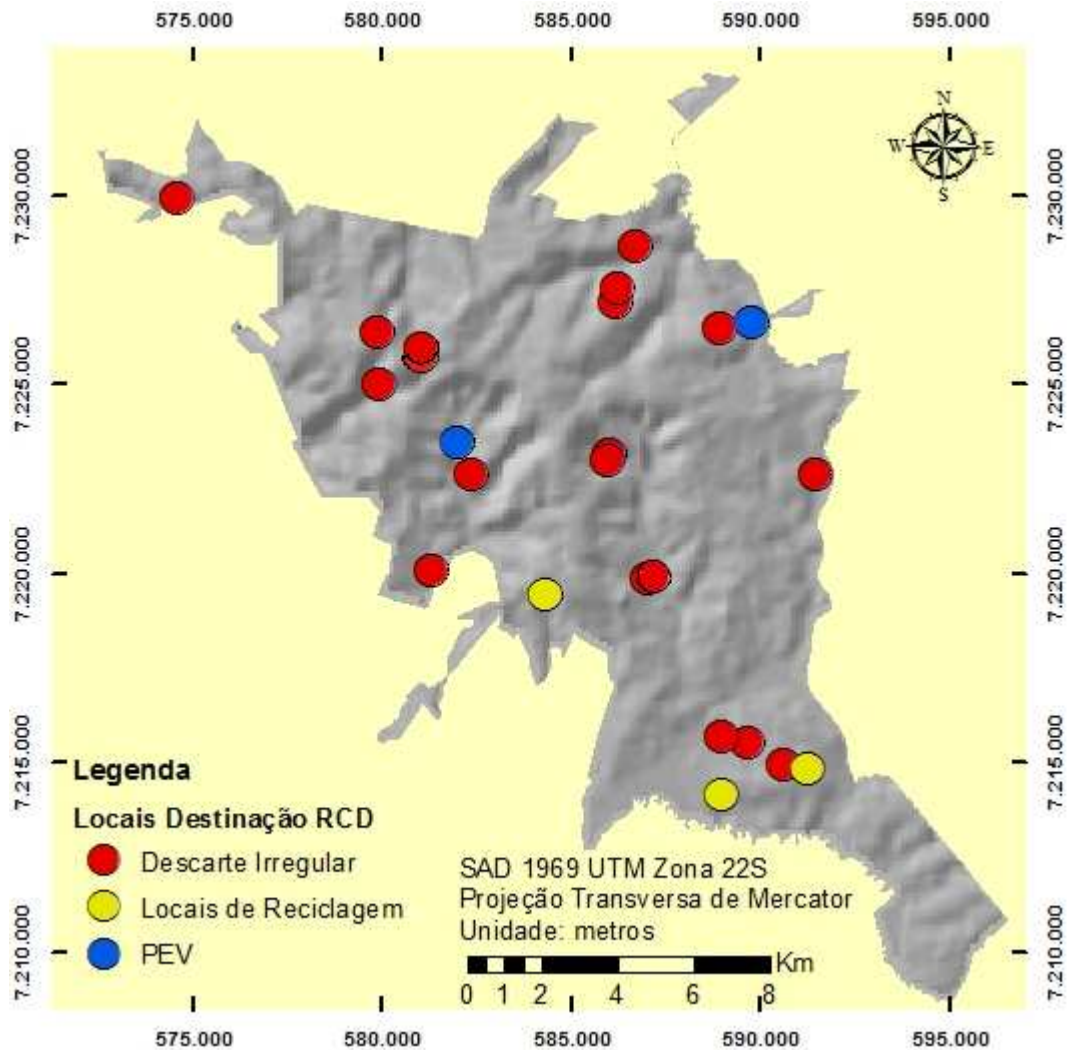
A taxa encontrada está 32% acima do valor médio de 0,50 tonelada anual por habitante divulgado no Plano Nacional de Resíduos Sólidos para a geração de RCD em algumas cidades brasileiras (BRASIL, 2012b). Isto é explicado pela expansão imobiliária e consequente aumento significativo no indicador de resíduos de novas construções que vem ocorrendo nos últimos anos no município de Ponta Grossa. De acordo com Staczuk (2015) em 2013 foi registrado pela Secretaria de Planejamento do município um crescimento de 60% em área construída em relação ao ano anterior, chegando próximo à marca de um milhão de metros quadrados edificados.

7.1.11 Locais de destinação do RCD no município

A partir das informações colhidas no diagnóstico foi elaborado um mapa com auxílio do *software* ArcGIS® que contém a localização dos principais pontos de destinação dos RCD gerados no município de Ponta Grossa (Figura 31).

Nesse mapa estão apontados os três locais onde ocorre reciclagem do RCD, dois locais onde haviam PEV em teste da empresa Ponta Grossa Ambiental e 19 pontos de descarte irregular apontados pela Secretaria de Meio Ambiente.

Figura 31- Locais de destinação de RCD em Ponta Grossa



Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

A partir de 2015 a prefeitura cancelou as autorizações de destinação de RCD nos locais apresentados na Tabela 6. Atualmente estão inoperantes e fazem parte dos 19 locais de descarte irregular apontados na Figura 31.

Hoje a destinação de RCD somente é permitida nos locais de reciclagem que são: 1- usina de reciclagem da Zero Resíduos (no distrito industrial, na região sudeste da figura); 2- Cooperativa dos Transportadores de RCD (também no distrito

industrial, numa área próxima mais ao oeste) e 3- MadServ quando se tratar exclusivamente de madeiras (na região centro-sul da figura).

7.1.12 Usina de reciclagem de RCD

Em 2005 foi instalada na área da Cidade Industrial do município (junto à BR 376, saída para Curitiba) uma usina de reciclagem com britador de impacto capaz de processar até 25 t/h de RCD. Atualmente a usina pertence à empresa Zero Resíduos (Figura 32) e está com sua capacidade de reciclagem ociosa, operando apenas com resíduos de empresas que precisam certificar a destinação ambientalmente correta de RCD por elas gerado.

Figura 32- Vista geral da usina de reciclagem de RCD da Zero Resíduos.



Fonte: ZEROR, 2013.

O consumo dos resíduos reciclados ocorre quase que exclusivamente na produção de blocos de concreto não estrutural que são produzidos numa fábrica instalada no mesmo terreno onde está localizada a usina de reciclagem. De acordo com a Zero Resíduos a procura por brita e areia reciclada não é significativa, apontando como motivos a falta de conhecimento dos possíveis usuários e a inexistência de leis que incentivem a sua utilização.

Em diversos países da Europa, como Dinamarca e Reino Unido, é estimulada a substituição dos produtos naturais por produtos reciclados a partir de RCD por

meio de altas taxas para a disposição do RCD em aterros e altos impostos sobre agregados naturais (MÁLIA et al., 2011).

Para incentivar o uso de agregados reciclados no Brasil os governantes poderiam inovar e, ao invés de aumentar impostos sobre agregados naturais, isentar de impostos os agregados oriundos de reciclagem.

7.2 ESTUDO DAS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NO SUCESSO DA CAPTAÇÃO DE RCD PROVENIENTE DE PEQUENOS GERADORES EM PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA

Neste item são abordados os principais aspectos verificados nas pesquisas realizadas sobre tipos de PEV que já estão em funcionamento, alguns em fase de testes e outros em implantação em alguns municípios do país. Também inclui uma pesquisa junto aos pequenos geradores de RCD de Ponta Grossa para verificar como agem atualmente e uma possível postura após a instalação de PEV no município. O item é concluído com a pesquisa DELPHI feita junto a especialistas para a definição do tipo de PEV e dos critérios para a localização da rede desses pontos na área urbana de um município.

7.2.1 Modelos de PEV em funcionamento

A finalidade deste item é investigar as características, vantagens e desvantagens dos PEV implantados nas cidades de Londrina, São Paulo, Belo Horizonte, nos experimentais de Ponta Grossa e dos que estão sendo implantados em Curitiba.

Os resultados foram obtidos a partir de uma pesquisa com aplicação de questionário com perguntas fechadas e abertas (Apêndice A) diretamente com os responsáveis pelo gerenciamento destes pontos.

Os principais aspectos observados nesta pesquisa foram:

a) diferentes denominações para os locais de entrega voluntária de recicláveis;

Na Política Nacional de Resíduos Sólidos estas instalações são denominadas de Pontos de Entrega Voluntária (PEV). Foi constatado que não há uma

padronização para a denominação deste tipo de instalação pública e os municípios adotam diferentes nomenclaturas. Em São Paulo e Londrina são chamados de Ecopontos, em Belo Horizonte são Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV). Em Curitiba são Estações de Sustentabilidade e em Ponta Grossa recebem a denominação de PEV.

b) motivação para implantação dos PEV;

A principal razão apontada em todos os municípios é a busca de solução para o problema da degradação ambiental causada pela deposição irregular de RCD e inservíveis volumosos. Foi mencionada também a melhoria da qualidade de vida da população, geração de trabalho e renda para carroceiros e catadores de recicláveis, e a valorização econômica desses resíduos através do processo de reciclagem.

c) diagnóstico;

Para a implantação dos PEV nos municípios de São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba foram elaborados diagnósticos semelhantes ao elaborado no item 7.1 deste trabalho. Em Londrina foi feito apenas um levantamento a respeito dos descartes irregulares. Em Ponta Grossa, a implantação de PEV para testes foi iniciativa da empresa contratada para a realização da limpeza pública e não foi elaborado nenhum diagnóstico. Um dos principais aspectos considerados nos diagnósticos segundo os gestores foi a quantificação e a qualificação dos pontos onde ocorriam deposições irregulares de resíduos.

d) sobre o número de PEV;

Em Curitiba o número de PEV a implantar foi baseado em estudo do volume de resíduos gerado *per capita* e por bairro. Nos outros municípios a principal definição é o número de pontos de descarte irregular. Buscou-se, nesses casos, implantar no próprio local ou nas suas proximidades, para evitar a continuidade do problema. Entretanto, não há uma definição clara do número de habitantes atendidos por PEV.

São Paulo já tem 77 PEV instalados e pretende-se ampliar esse número para 143 até 2016. Em Belo Horizonte existem atualmente 28 e a rede estará completa com a instalação de mais 7 pontos. Em Curitiba deverão estar instalados 6 pontos no início de 2015 e a rede completa deverá ter 450 Estações de Sustentabilidade do

tipo 1 e 75 do tipo 2. Em Londrina até meados de 2014 haviam 3 instalados de uma rede que deverá ter 20 PEV.

Em Ponta Grossa no final de 2014 existiam 11 em experiência, mas estes pontos são apenas para coleta de recicláveis comuns e não incluem RCD e volumosos. No município a empresa responsável pela limpeza pública instalou dois PEV experimentais: o de Uvaranas, que só recebia recicláveis comuns, e o da Ronda, este o único que recebia RCD, mas atualmente estão desativados. Na Secretaria de Meio Ambiente não há estudos de implantação de uma rede de captação que considere todo tipo de resíduos recicláveis.

e) sobre o tamanho dos PEV;

Em Belo Horizonte foi definido que os PEV devem ser instalados em áreas cercadas, com mínimo de 250 m², dotadas de ponto de água e de energia elétrica, caçambas e um patamar elevado para facilitar a descarga (Figura 33).

Figura 33- URPV – Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes - BR 040



Fonte: SLUBH, 2015.

Curitiba terá 2 tipos de PEV denominados Estações de Sustentabilidade. O tipo 1 (Figura 34) é um contêiner marítimo adaptado que só recebe recicláveis comuns (papel, plásticos, metais e vidros), sendo implantado em áreas de aproximadamente 100 m².

Figura 34 – Estação de Sustentabilidade – tipo 1



Fonte: desenho fornecido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Curitiba, 2014.

As estações do tipo 2 incluem recebimento de RCD e volumosos. Estas estações tem área aproximada de 500 m² (Figura 35). São formadas por 2 contêineres, um deles com a mesma finalidade daquele na estação do tipo 1 e o outro para abrigar pessoal para fazer o controle do local. Possuem patamar elevado para acesso de veículos e para facilitar a descarga de RCD e volumosos nas caçambas tipo *Brooks*.

Figura 35 - Estação de Sustentabilidade – tipo 2.



Fonte: desenho fornecido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Curitiba, 2014.

Os PEV de São Paulo têm dimensões bem variadas e são instalados em diversos locais públicos, inclusive sob viadutos (Figura 36) tornando úteis estas áreas.

Figura 36- EcoPonto Imperador - São Paulo



Fonte: Portal São Miguel Paulista, 2006.

Em Londrina os PEV experimentais tinham área em torno de 1000 m², mas um novo estudo prevê áreas de implantação com aproximadamente 1500 m² (Figura 37).

Figura 37- PEV a ser implantado em Londrina



Fonte: CMTU - Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina, 2014.

Em Ponta Grossa, em meados de 2014, existiam dois tipos diferentes de PEV em funcionamento.

O primeiro tipo (Figura 38) é fruto de convênio entre a prefeitura municipal de Ponta Grossa, as associações de catadores de resíduos recicláveis, alguns supermercados e a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Deste tipo existem 7 instalados em áreas de estacionamento de Supermercados, e 2 na UEPG, sendo que um está localizado no Campus Uvaranas e o outro no Campus Central da UEPG. Este PEV ocupa uma área em torno de 20 m² considerando o depósito e a área de acesso ao usuário.

Figura 38 – PEV UEPG centro



Fonte: o autor, 2014.

O PEV localizado no pátio central da UEPG não permite acesso de veículos para a descarga de recicláveis, função disso apresenta uma utilização bem menor que os demais.

Além destes havia outro tipo de PEV em experiência em terrenos públicos abertos onde o espaço usado é apenas o necessário para conter uma caçamba *Roll-on Roll-off* com capacidade para 40 m³, espaço para manobras do caminhão que transporta a caçamba, estacionamento para o veículo do usuário e uma escada de acesso para depositar os resíduos na caçamba. Os locais para abrigar esta estrutura não são maiores que 150 m². Na Figura 39 está apresentado o PEV Uvaranas.

Figura 39 – PEV Uvaranas



Fonte: o autor, 2014.

Outro PEV semelhante estava localizado no bairro da Ronda. Naquele local já existiu um ecoponto mais completo (visto no item 7.1.6), mas de acordo com informações da empresa Ponta Grossa Ambiental, que faz a coleta de resíduos domiciliares no município, aquele tipo foi abandonado por mau uso da população.

Ao final de 2014 tanto o PEV da Ronda quanto o PEV Uvaranas foram desativados.

f) definição dos locais para implantação dos PEV;

Verificou-se que o aspecto mais importante na escolha é que seja uma área pública. Foi bastante mencionada a preferência por locais onde já havia descarte irregular ou áreas nas proximidades. A facilidade de acesso viário e com relação à topografia local (locais mais baixos nas bacias), ausência de barreiras naturais e boa visibilidade também foram critérios considerados importantes. Em Belo Horizonte busca-se a instalação de uma rede em toda área urbana com distâncias não maiores que 2 km para os usuários. Além destes critérios, foi mencionado o atendimento das legislações ambientais e de zoneamento do município.

g) usuários;

Há um consenso que a instalação é para o uso de pequenos geradores, isto é, pessoas físicas podem levar ou contratar transportadores para levar pequenas quantidades de resíduos até o PEV.

h) meios de transporte utilizados;

São autorizados veículos de pequeno porte, motorizados ou não, carroças ou carrinhos de mão que estejam prestando serviços para pequenos geradores. Enquanto em Belo Horizonte há um incentivo ao emprego de carroças tracionadas por cavalos com programa de tratamento aos animais, em Curitiba procura-se coibir o uso deste meio de transporte. Segundo explicações do órgão responsável pelas Estações de Sustentabilidade, esse meio de transporte afeta negativamente o sistema viário e, em muitos casos, há o problema de maus tratos aos animais.

i) tipos de resíduos permitidos;

Há consenso quanto à proibição de lixo orgânico, industrial, da saúde e outros perigosos, como pilhas e baterias, lâmpadas ou daqueles que contêm amianto. Em Belo Horizonte as URPV só recebem RCD e volumosos. Nos outros municípios são permitidos os materiais recicláveis mais conhecidos: papel, plásticos, metais e vidros. Volumosos, podas de árvores e RCD também são permitidos nos Ecopontos de São Paulo e Londrina. Em Curitiba esses materiais podem ser deixados apenas nos PEV de maior capacidade onde existem caçambas abertas. Entrega de pneus não é permitida em São Paulo e Curitiba.

j) quantidades permitidas;

Em Belo Horizonte são permitidos volumes de até 2 m³ diários por transportador, em São Paulo o volume é de 1 m³. Em Curitiba o volume máximo é de 2,5 m³ por obra num período de 2 meses. Em Londrina 1 m³ por dia e Ponta Grossa 2,5 m³ por obra diz a lei mas, nestas duas cidades não há controle.

k) controle e horário de funcionamento;

Nas cidades de Londrina e Ponta Grossa foram escolhidos modelos em que não há pessoal controlando o PEV. Nas demais cidades estudadas optou-se pela ação de agentes verificando quantidades e tipos de resíduos, qualificação dos usuários e outros aspectos para assegurar o adequado funcionamento do PEV. Em São Paulo os agentes são funcionários da empresa de limpeza pública contratada. Em Belo Horizonte e Curitiba são funcionários das associações de catadores de recicláveis.

Os dias e horários de funcionamento dos PEV variam para cada município. Na Tabela 11 estão as informações fornecidas pelas prefeituras.

Tabela 11 – Horário de funcionamento dos PEV nos municípios

Cidade	Dias e horários
São Paulo	Seg. a Sáb. das 6h00 às 22h00 Dom. e Feriados das 6h00 às 18h00
Belo Horizonte	Seg. a Sáb. das 8h00 às 18h00
Curitiba	24h
Londrina	Seg. a Sex. das 8h00 às 17h00.
Ponta Grossa	Horário dos Supermercados; nos PEV externos 24h

Fonte: o autor, dados fornecidos pelas prefeituras, 2014.

l) acondicionamento dos resíduos;

Para RCD e volumosos é comum o uso de caçambas tipo *brooks* de 5 m³. A exceção ocorre em Londrina e em alguns casos de Belo Horizonte onde são usadas baias, dificultando a remoção e aumentando o risco de contaminação do local. Os resíduos recicláveis, como papel, plásticos e metais, são recebidos de maneiras diferentes, dependendo do município. Em Londrina em baias; em São Paulo e Curitiba em *big bags* ou bombonas plásticas com separação por tipo; em Ponta Grossa o material é depositado preferencialmente embalado em sacos plásticos em pequenas baias cobertas ou em caçambas abertas, ocorrendo a mistura dos materiais.

m) sistema de coleta de recicláveis junto ao gerador;

Em São Paulo existe o Cata Bagulho que ocorre eventualmente com itinerário e agendamento das subprefeituras. Em Belo Horizonte existe o Disque Carroça para a contratação do serviço de busca em domicílio de RCD e volumosos; há também sistemas de coleta seletiva semanal porta a porta em alguns bairros, e outra modalidade denominada ponto a ponto em conjuntos de contêineres nas cores padrão distribuídos em locais estratégicos da cidade. Em Curitiba existe o Fone 156; por este canal pode ser feito agendamento para busca gratuita em domicílio de até 0,5 m³ de RCD ou volumosos por equipes da prefeitura. Em Curitiba, Ponta Grossa e Londrina existem programas de troca de resíduos recicláveis por alimentos, desenvolvidos principalmente nos bolsões de pobreza.

n) destinação dos resíduos;

Nos municípios pesquisados os resíduos de papel, plásticos e metais são destinados às associações de catadores que vendem para recicladores. Os volumosos como madeira, móveis e podas de árvores são encaminhados a aterros.

Os RCD em quase 100% dos casos ainda não têm destinação adequada. A exceção acontece em Belo Horizonte, mas somente o RCD limpo que chega às URPV é destinado às estações de reciclagem do município (Pampulha e BR 040). Entretanto, quando o RCD está misturado, situação que acontece na maioria das vezes, o RCD é destinado a aterros.

Nos outros municípios não existem usinas de reciclagem municipais e as usinas particulares não recebem materiais misturados. Então o RCD recebido nos PEV é destinado a aterros. Esta situação não está de acordo com aquela prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

o) problemas e dificuldades enfrentadas;

Nos PEV de Londrina e Ponta Grossa, onde não há pessoal para controle do uso do equipamento público, foram relatados diversos problemas. O mais comum é a mistura de materiais, que inviabiliza a reciclagem. Outras situações frequentes são o descarte de materiais proibidos e até de animais mortos. Em Londrina houve depredação e furto das instalações (cerca, madeira das baias, portões, placas etc.). Em Ponta Grossa foi ateado fogo nas caçambas de recicláveis algumas vezes.

Nos PEV controlados a maior parte destes problemas é evitada, mas mesmo assim existem relatos de depredação, furtos e falta de manutenção que, segundo os gestores, refletem o atual momento por que passa o país.

p) avaliação do sistema.

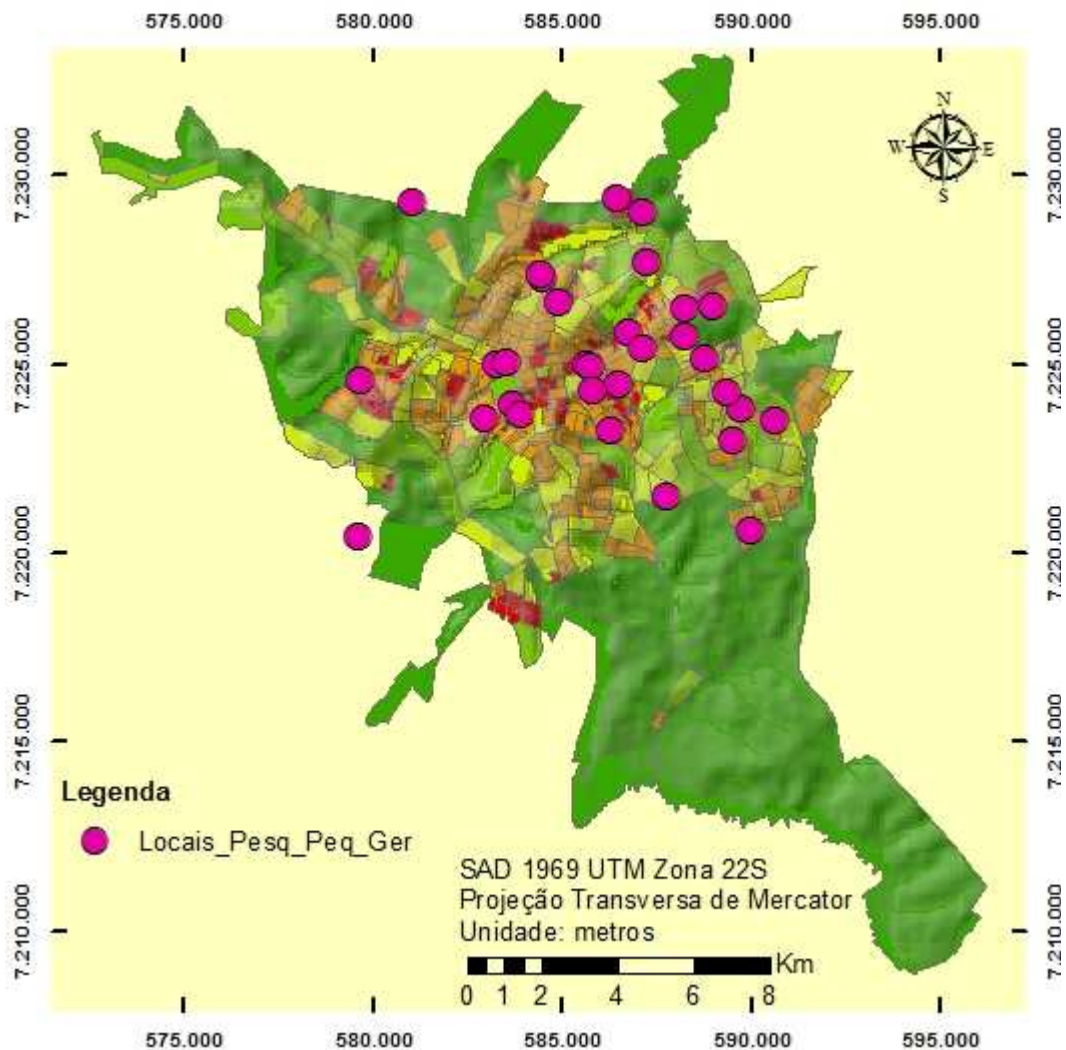
Os gestores dos municípios de São Paulo e Belo Horizonte consideram que o sistema funciona e haverá continuidade na implantação de mais unidades. Em Curitiba o sistema ainda está em fase de teste. Em Ponta Grossa a consideração é de que funciona, mas são necessárias campanhas da prefeitura na mídia e nas escolas para educação e conscientização da população. Em Londrina foi considerado que para funcionar de maneira adequada é necessário um sistema de controle com funcionários treinados para o atendimento das unidades, além de uma adequação das instalações.

7.2.2 Pequenos geradores de RCD e os PEV

Como parte do estudo das variáveis que influenciam no sucesso da captação de RCD em pontos de entrega voluntária foi realizada pesquisa em forma de questionário com perguntas abertas e fechadas (Apêndice B) junto aos envolvidos quando se trata da instalação de PEV, ou seja, pequenos geradores. A pesquisa envolveu uma amostra de 31 pequenos geradores do município de Ponta Grossa e teve como intuito verificar de que forma eles agem quando geram RCD e quais seriam as características que ajudariam na aderência destes possíveis usuários ao sistema de captação formado por uma rede de PEV.

Os locais onde ocorreram as pesquisas estão apontados na Figura 40 que representa a área urbana da cidade.

Figura 40 – Locais das entrevistas com pequenos geradores



Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

Os principais resultados obtidos na pesquisa estão listados a seguir:

a) tipo de obra;

Verificou-se que todas as obras eram reformas, mas em 32% dos casos ocorriam ainda ampliações na área construída. Não foram elaborados projetos e nem houve contratação de responsáveis técnicos nem mesmo nos casos de ampliação. Portanto, estes serviços não têm registro no CREA ou na Prefeitura.

b) dimensões;

A área das obras variou de 4,0 a 110,0 m² com um valor médio de 36,6 m².

c) duração dos serviços;

O tempo de realização dos serviços variou de dois dias a 24 meses com uma duração mediana de 35 dias.

d) tipos de resíduos gerados;

Predominam os resíduos da classe A (concreto, alvenaria, cerâmicas e argamassas), mas foi detectada a presença de todos os tipos de RCD.

e) quantidades de RCD geradas;

Entre as obras visitadas houve variação de 0,1 até 12,0 m³ no volume de RCD gerado. O volume médio gerado nas obras foi de 3,3 m³. Nas obras com maior quantidade de resíduos o tempo de duração também foi maior. Considerando o tempo de duração, os pequenos geradores produziram, em média, 1,1 m³ de RCD por mês.

f) separação do RCD;

Pouco mais da metade dos entrevistados (52%) fez algum tipo de separação no RCD. Dentre estes, metade separou a madeira com a intenção de usar como lenha ou doar, e embalagens de papel, papelão e plástico com a intenção principal de doar. Entre aqueles que não separaram, 35% misturaram ao RCD móveis, eletrodomésticos, galhos e restos de poda de jardim. Destaca-se que dos resíduos classificados como classe A ninguém separou a cerâmica do concreto e argamassa,

e na maioria dos casos havia terra misturada e também materiais de outras classes (Figura 41), o que dificultaria uma possível reciclagem para reutilização.

Figura 41 – Mistura de classes A e B no RCD a espera de destinação na calçada



Fonte: o autor, 2014.

g) acondicionamento;

Entre os entrevistados apenas 20% acondicionaram o RCD em sacos ou baldes plásticos, mas nesses casos o material estava em frente à residência aguardando para ser transportado junto ao lixo comum (Figura 42); os demais deixaram o material exposto no próprio terreno, mas na maioria das situações estava nas calçadas esperando destinação.

Figura 42 – RCD acondicionado em sacos para transporte junto ao lixo comum



Fonte: o autor, 2014.

h) transporte;

Quarenta e cinco por cento dos entrevistados transportaram o RCD até um local usando carrinhos de mão, carroça, camionetes ou outros tipos de veículos próprios ou alugados. Os demais estavam com os resíduos na calçada, em frente a suas casas, a espera de uma solução.

i) destinação;

Entre os entrevistados, 26% declararam que levariam o material até ruas ou estradas sem pavimentação. É uma situação bastante comum observada nas ruas não pavimentadas da área urbana (Figura 43).

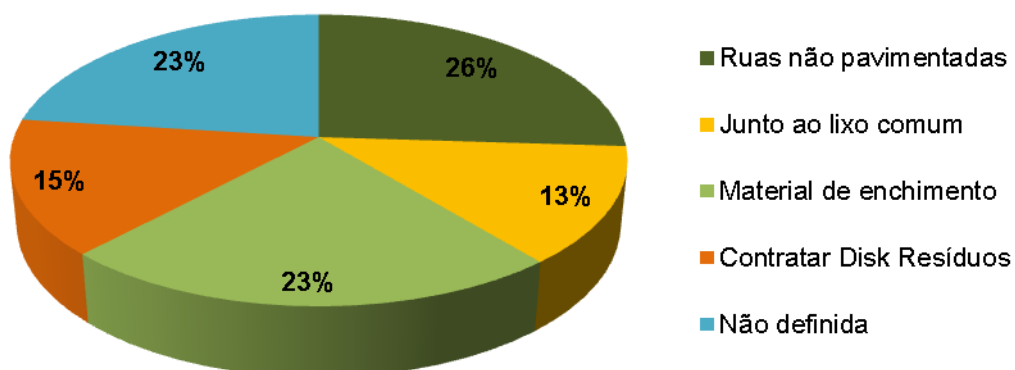
Figura 43 – RCD espalhado em rua não pavimentada pelo pequeno gerador.



Fonte: o autor, 2014.

Do restante dos entrevistados, 23% usariam os resíduos para enchimento de pisos e calçadas de suas casas, 15% já haviam contratado ou ainda iriam contratar alguém para transportar o material e desconheciam o local de destino, 13% iriam dispor o RCD junto aos resíduos domésticos coletados pelo lixeiro e, desta forma, seriam destinados ao aterro municipal, e os 23% restantes ainda não sabiam o que fariam com o material (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Destinação do RCD proveniente de pequenos geradores



Fonte: dados e elaboração do autor, 2015.

j) separação de recicláveis;

Apesar de atualmente não existir coleta de recicláveis em domicílio, 68% dos geradores entrevistados separam este tipo de resíduo do lixo doméstico. Entre os que separam 42% levam até um ponto de entrega em supermercados, num PEV experimental, ou até uma Feira Verde, que é um programa da Prefeitura no qual são trocados recicláveis por alimentos produzidos por pequenos produtores. Outros 42% entregam a um catador de recicláveis que passa para coletar, enquanto os demais acabam destinando junto ao lixo comum o material que foi separado.

k) disposição para levar RCD e outros recicláveis a um PEV;

Considerando a existência de um PEV a até 2 km de distância, 55% dos entrevistados responderam que levariam RCD ou mesmo outros tipos de resíduos recicláveis até o local para o descarte. Entretanto os demais disseram que não fariam este tipo de serviço por não terem meios para transportar ou para não danificar seus veículos, principalmente no caso do RCD.

l) dia e horário para levar resíduos ao PEV;

Entre os respondentes que estavam dispostos a levar resíduos até um PEV 38% disseram que fariam tal serviço num final de semana, preferencialmente no

sábado. Outros 38% fariam em qualquer dia e horário e os demais em qualquer dia, mas após o horário de trabalho.

m) serviço de coleta;

Entre os entrevistados 61% acham que é responsabilidade da prefeitura a coleta de RCD e outros recicláveis. Apenas 13% acham que é responsabilidade do gerador dar destinação correta a esses resíduos e entre os demais alguns não souberam opinar e outros que é responsabilidade dos recicladores que poderão obter lucro com esse serviço.

n) sistema de coleta de RCD;

Caso houvesse um sistema de coleta de RCD, os que responderam que a responsabilidade é da prefeitura acham que a coleta deveria ser feita por caminhão num sistema de Disk Entulho, ou com dia certo. Os demais entrevistados dividiram suas opiniões entre um sistema de frete particular ou coordenado por recicladores.

o) incentivo para levar RCD até um PEV;

A maioria (52%) disse que, mesmo que houvesse algum tipo de incentivo para levar resíduos até um PEV, não levaria por considerar essa atividade um dever do órgão público. Os demais consideraram interessante a possibilidade de desconto na taxa de coleta de lixo ou outro formato semelhante.

p) contratar Disk Entulho para o RCD;

68% dos entrevistados pensaram em contratar caçamba para destinar o RCD gerado, mas desistiram por achar que o valor era muito alto ou que o volume gerado era pequeno, não justificando a contratação do serviço. Os demais nem pensaram em contratar este serviço.

q) valor a pagar para a coleta do RCD gerado.

Apenas 10% dos entrevistados não consideraram a possibilidade de contratar um serviço de coleta para pequenas quantidades. A maioria considerou razoável a cobrança de R\$ 50,00 para coletar até 1,0 m³.

7.2.3 Pesquisa DELPHI com especialistas

A partir das informações obtidas na fundamentação teórica da tese (Seção 4), na pesquisa com os gestores de PEV em funcionamento e naquela feita junto aos pequenos geradores foi elaborado um novo questionário (Apêndice C) para ser respondido por especialistas. Este questionário tem por objetivo a busca de um tipo ideal de PEV para ser instalado nos municípios.

Foram selecionados 97 especialistas, muitos destes envolvidos diretamente com o tema em prefeituras, outros que estudam o assunto, trabalham na área ambiental ou que poderiam contribuir com seus conhecimentos e experiências. Para que participassem foram contatados inicialmente por telefone, e em seguida foi enviado o questionário por e-mail.

A pesquisa teve duas etapas. A primeira envolveu perguntas com amplas possibilidades de respostas que permitiam ao especialista expressar sua opinião e considerações em todas as questões. Nesta etapa 49 especialistas (Apêndice D) responderam e os resultados trouxeram elementos fundamentais para a definição do tipo de PEV a ser implantado nos municípios.

Na segunda etapa os especialistas receberam informações a respeito dos resultados estatísticos das respostas da etapa inicial e, novas questões foram elaboradas visando uma maior convergência nos critérios a serem utilizados para determinação da quantidade de PEV e da seleção dos locais para implantação nos municípios. Nesta segunda rodada de questões obteve-se resposta de 36 especialistas.

Os resultados desta pesquisa estão expostos nos itens 7.2.3.1 e 7.2.3.2 a seguir.

7.2.3.1 Resultados da primeira etapa da pesquisa Delphi

Verificou-se que 92% dos respondentes consideraram adequada a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) nos municípios brasileiros para que pequenos geradores levem até estes locais resíduos de construção e demolição (RCD) e outros tipos de resíduos recicláveis.

Os especialistas apontaram as seguintes características para o funcionamento dos PEV:

a) tipos de resíduos que os PEV devem receber;

A maioria dos especialistas apontou que devem ser recebidos: RCD (88% dos respondentes); metais (82%); papel e papelão (78%); plásticos e vidros (76%); peças e embalagens de madeira (67%); móveis e equipamentos domésticos (51%).

Para 43% dos respondentes também devem ser recebidos galhos, restos de podas e de limpeza de jardim e outros assemelhados. Entretanto, apenas um terço dos especialistas considera que devem ser recebidos resíduos como: pilhas e baterias, lâmpadas, pneus, óleos vegetais e minerais, componentes de informática, isopor e outros tipos de resíduos que envolvem a indústria e a logística reversa.

b) transporte de resíduos até o PEV;

b1) Quanto ao emprego de veículos com tração animal para coleta: os especialistas consideram que pode ser permitido em cidades pequenas (até 50 mil habitantes) e nas periferias de cidades maiores, desde que seja um costume regional e haja controle e tratamento adequado dos animais.

Muitos municípios do país possuem leis que proíbem o emprego de animais para transporte nas regiões centrais das cidades; um exemplo é São Paulo com a lei Municipal Nº 11.887 de 1995 (PMSP, 2015). Entretanto, já existem leis ou projetos de lei em cidades como: Florianópolis (CMF, 2015), Natal (PMN, 2015) e Curitiba (PMC, 2015) que acompanham uma tendência mundial e de outras cidades do país com a finalidade de erradicar o uso de animais para serviços de transporte.

b2) Com relação ao emprego de veículos motorizados ou de tração humana: foi considerado pela maioria dos especialistas que veículos motorizados particulares ou de aluguel, com exceção de caminhões de grande porte, podem ser utilizados para entrega de resíduos nos PEV. Quanto aos de tração humana, apesar dos transtornos que causam no trânsito das cidades, a maioria é da opinião que deve ser permitido.

c) volume de RCD a receber;

De um mesmo pequeno gerador foi sugerido como limites: 1 m³ por dia; 2 m³ por semana; e um volume máximo de 5 m³ por obra ou endereço.

d) controle nos PEV;

90% dos especialistas consideram que os PEV devem ter atendentes para controlar a origem, tipos e quantidades de resíduos deixados. Apontam também que os atendentes devem estar vinculados a uma associação de catadores de recicláveis ou serem funcionários de empresas recicladoras ou da empresa contratada pela prefeitura para a realização dos serviços de limpeza pública. Seja qual for o caso, a entidade deverá se responsabilizar pelo funcionamento do PEV e a prefeitura deve fazer o papel de supervisão.

e) horário de funcionamento;

Entre os especialistas, 60% opinam que o PEV deve estar aberto aos finais de semana e em horários que vão além do horário comercial.

f) usuários;

É consenso que pessoas físicas pequenos geradores sejam usuárias dos PEV, mas 45% consideraram que também pessoas jurídicas pequenas geradoras poderiam levar resíduos recicláveis até o PEV, desde que não sejam resíduos gerados em suas atividades produtivas.

g) coleta seletiva;

A grande maioria (84%) dos especialistas considera que, mesmo com a instalação dos PEV, é necessária a manutenção de um serviço de coleta seletiva de recicláveis funcionando de forma gratuita pelas prefeituras.

h) coleta agendada.

Um sistema de agendamento para coleta de volumes de até 1 m³ de RCD e outros volumosos funcionando em conjunto com os PEV é apontado como necessário por 80% dos especialistas. Este serviço poderia ser feito pela prefeitura e, neste caso, a maioria acha que a cobrança do custo do serviço seria viável. Outra possibilidade seria a realização por autônomos ou empresas particulares a preço de mercado com desoneração de encargos para tornar acessível aos pequenos geradores. A coleta deveria ser feita por região com frequência semanal e ajustada conforme a demanda.

7.2.3.2 Resultados da segunda etapa da pesquisa Delphi

Na primeira rodada também foram elaboradas questões a respeito da quantidade de PEV a ser instalada nos municípios e também relativas à localização destas unidades dentro da área urbana. Intencionalmente estas questões permitiam uma ampla variabilidade nas respostas. Desta forma foi possível observar a tendência do grupo de especialistas e elaborar uma segunda rodada de questões visando uma convergência das opiniões captadas no estudo.

Para a obtenção de um número aproximado de PEV a ser implantado num município uma ampla maioria dos especialistas (83%) concordou que, como estudo inicial, poderiam ser considerados os seguintes parâmetros:

- a) número de habitantes atendidos: 1 PEV para cada 25 mil habitantes;
- b) área de abrangência do PEV (ou distância a percorrer): 1 PEV para uma área com raio de 2 km.

De acordo com as ideias propostas pelos especialistas podem ser feitos ajustes a partir dos números obtidos considerando os seguintes aspectos:

- densidade populacional;
- quantidades de resíduos geradas por região;
- barreiras naturais ao acesso (rios, relevo, áreas de preservação etc.);
- barreiras criadas pelo homem (rodovias, ferrovias, áreas particulares etc.)

Com relação ao estabelecimento de princípios para a localização dos PEV na área urbana dos municípios os resultados obtidos foram os seguintes:

- a) dar preferência a locais onde já existe descarte irregular de resíduos, desde que não cause prejuízos ao meio ambiente;
- b) localizar o PEV em vias de qualquer categoria, desde que tenham acesso fácil e seguro e não causem conflitos de trânsito;
- c) as vias de acesso e os terrenos para instalação devem preferencialmente ter declividades inferiores a 8% para facilitar o acesso de veículos e as manobras de carga e descarga.

A partir das considerações dos especialistas sobre as declividades que favorecem a implantação dos PEV foi elaborado o Quadro 6, no qual são apresentados cinco limites de declividades aceitáveis na localização dos PEV.

Quadro 3 – Declividade do terreno e condição de implantação do PEV

Declividade	Condição de implantação
0 a 3%	Extremamente favorável
3,1 a 6%	Muito favorável
6,1 a 8%	Favorável
8,1 a 10%	Pouco favorável
10,1 a 12%	Desfavorável
> 12%	Impeditiva

Fonte: o autor, 2015.

As regiões planas são as melhores, mas declividades até 8% foram consideradas favoráveis à implantação. Entretanto, podem ser consideradas aceitáveis declividades acima de 8% e até o limite de 12%. De acordo com os especialistas locais com inclinações maiores que 12% tornam inviável a implantação do PEV tendo em vista as dificuldades e riscos que ocorrem principalmente na realização de manobras com veículos de carga.

Além destas considerações iniciais para localização, os especialistas também apontam que:

- o município deverá prever no Código de Posturas espaços públicos para este tipo de equipamento (PEV);
- quando adequados, as prefeituras devem comprar/desapropriar ou contratar em forma de comodato terrenos baldios para este tipo de instalação;
- deve-se considerar a possibilidade de parcerias para instalação de PEV em supermercados, escolas, lojas de materiais de construção, etc.

7.3 TIPO DE PEV PROPOSTO PARA OS MUNICÍPIOS

Pelas respostas obtidas e sugestões dos especialistas na primeira etapa da pesquisa Delphi conclui-se que não se pode generalizar um tipo de PEV e as demais características de funcionamento para todos os municípios brasileiros.

Entretanto, da combinação das informações obtidas nas pesquisas dos itens 4.7 e 7.2 é proposto um tipo de PEV para implantação nos municípios ao qual poderão ser feitas adequações. A apresentação é feita por meio dos Quadros 3 e 4 que resumem as características de funcionamento e os aspectos físicos; também é feita uma sugestão de leiaute para implantação na Figura 57, mais adiante.

As principais características de funcionamento estão descritas no Quadro 3.

Quadro 4 – Características de funcionamento do PEV proposto para implantação nos municípios.

Características	Descrição
Sistema de controle	Com atendentes vinculados às associações de catadores de recicláveis ou à empresas recicladoras, que ficam responsáveis pelo funcionamento do PEV, mas com supervisão da prefeitura.
Tipos de resíduos a receber	RCD; metais; papel e papelão; plásticos; vidros; madeira; móveis e equipamentos domésticos; (1) galhos, restos de podas e de limpeza de jardim; (2) pilhas e baterias, telefones celulares, eletrônicos, lâmpadas, pneus, óleos vegetais e minerais, latas com resto de tintas, componentes de informática, isopor e outros resíduos que envolvem a logística reversa.
Volumes de RCD a receber de um pequeno gerador.	- 1 m ³ por dia; - Até 2 m ³ por semana; - Máximo de 5 m ³ por obra ou endereço.
Dias e horários (3) (sugestão)	Segunda a Sexta das 8h30 às 12h00 e das 13h00 às 20h00 Sábados das 8h30 às 12h00 e das 13h00 às 18h00
Usuários	Pequenos geradores pessoas físicas e jurídicas desde que não sejam resíduos gerados em suas atividades produtivas.
Serviço de coleta em domicílio (4)	Agendamento por telefone controlado pela prefeitura ou no próprio PEV para coleta de até 1 m ³ de RCD ou outros volumosos.
Transporte permitido até o PEV	- Carroças com tração animal somente nos PEV da periferia (5); - Carrinhos com tração humana; - Veículos motorizados até caminhões (particulares ou de aluguel) de médio porte.

Fonte: o autor, 2015.

- (1) Este tipo de resíduo é previsto na NBR 15.112 de 2004 e deve ser recebido;
- (2) Desde que sejam firmados convênios com a indústria ou distribuidores que são responsáveis legais pela coleta e destinação adequada destes resíduos;
- (3) Nos dias de funcionamento devem estar incluídos os sábados e podem ser considerados domingos e feriados. Os horários devem ser ampliados em relação ao horário comercial;
- (4) O resíduo deve ser deixado na calçada em frente ao domicílio. O pagamento pode ser feito por depósito na conta do órgão da prefeitura ou pago diretamente ao fretista particular;
- (5) Se for permitido no município.

Neste PEV é proposto que uma grande variedade de resíduos seja aceita para ser encaminhada à reciclagem. Esta é uma situação que apenas um terço dos especialistas consultados concordaram. Entretanto, acredita-se que, se as restrições sobre o que pode ser levado até o PEV forem menores, maior será a facilidade e o interesse dos pequenos geradores na realização desta tarefa. Consequentemente haverá maior aceitação deste equipamento público e mais benefícios ao meio ambiente.

De qualquer forma, modificações e adequações às necessidades regionais ou locais podem ser feitas a partir das características inicialmente propostas para o funcionamento.

No Quadro 4 estão apresentadas as características físicas do PEV proposto. Da mesma forma estas podem ser ajustadas conforme as situações locais.

Quadro 5 – Características físicas do PEV proposto para implantação nos municípios.

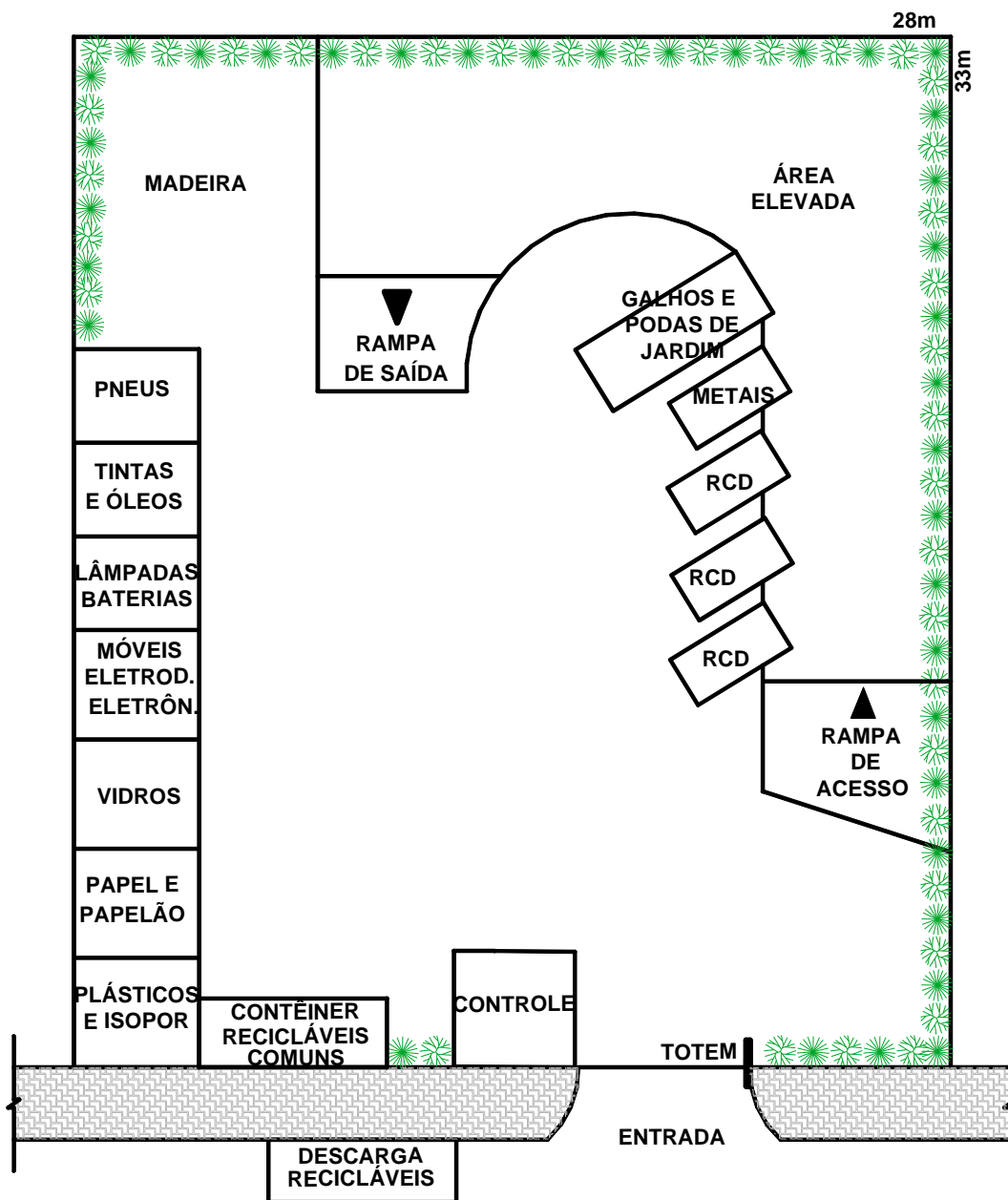
Características	Descrição
Tamanho do terreno	(1) área próxima de 1.000 m ²
Isolamento do PEV	(2) Anteparo em cerca viva para melhor apresentação e proteção à vizinhança no perímetro das instalações. Portão e cercamento no perímetro da área, que evite o acesso de pessoas estranhas e animais.
Identificação	(2) Na entrada, instalação de totem com identificação visível quanto às atividades desenvolvidas e quanto aos tipos de resíduos recebidos.
Pavimentação	Nas áreas cobertas, se possível concreto alisado. Nas abertas, no mínimo revestimento primário para permitir uso sob quaisquer condições climáticas.
Instalações	Água e energia elétrica para banheiro, escritório e sistema de segurança.
Contêiner	(3) Com acesso pela área externa para usuários entregarem recicláveis comuns (papel, plástico, metal e vidro).
Área coberta	a) Escritório para controle do PEV; b) Banheiro; c) Almoxarifado para guarda de ferramentas e peças de valor; d) Área para volumosos: móveis, eletrodomésticos e eletrônicos; e) Baias para papel e papelão, isopor, pneus; f) Caixas para receber lâmpadas fluorescentes; g) Tambores para óleo de cozinha; h) Tambores para: pilhas; telefones celulares; i) Caixas plásticas para baterias;
Área aberta (pátio)	a) Área elevada (1 m) para facilitar a descarga de RCD e volumosos; b) Rampas de acesso e de saída de veículos à área elevada; c) Caçambas tipo <i>brooks</i> para receber RCD (2 ou 3 com cap. de 5 m ³); d) Caçamba tipo <i>brooks</i> para metais; e) Caçamba Roll-on Roll-off para descarga de galhos e podas de jardim; f) Área para descarga de madeiras, esquadrias e móveis.

Fonte: o autor, 2015.

- (1) Área verificada a partir de unidades existentes e sugestões de administradores de PEV para permitir manobras de veículos e recebimento dos diversos tipos de resíduos propostos;
- (2) Conforme norma ABNT 15.112 / 2004;
- (3) Semelhante à Estação de Sustentabilidade de Curitiba. Com uma vaga de estacionamento exclusiva para usuários durante a entrega dos resíduos comuns em frente ao contêiner. Devido ao acesso dos usuários pela área externa do PEV tem funcionamento 24 horas.

Na Figura 44 é apresentado um leiaute do PEV onde as características físicas sugeridas estão aplicadas de forma a permitir o adequado funcionamento.

Figura 44 – Leiaute PEV



Fonte: o autor, 2015.

Para a distribuição das instalações do PEV foi utilizada uma área total de 924 m² que corresponde à soma das áreas de dois lotes tamanho padrão (14 x 33 m) do município de Ponta Grossa. As dimensões e distribuição podem ser alteradas de acordo com o terreno disponível e necessidades regionais.

Na área de estacionamento em frente ao PEV deve ser prevista uma vaga exclusiva para usuários que desejarem entregar resíduos recicláveis comuns diretamente no contêiner pela área externa do PEV.

7.4 ASSOCIAÇÕES DE CATADORES E OS PEV

A finalidade deste item é expor as condições de funcionamento das associações de catadores de materiais recicláveis do município e analisar a possibilidade do PEV funcionar junto às instalações dessas associações.

A primeira providência foi apresentar a proposta na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Ponta Grossa, que é responsável pela coordenação e funcionamento das associações de catadores. Como a ideia foi aceita, o passo seguinte foi realizar visitas a todas as associações para analisar a viabilidade da proposta.

Nas visitas foram verificadas: a localização, as instalações, o sistema de funcionamento e foi feita uma pesquisa em forma de questionário com perguntas abertas (apêndice E) junto aos presidentes das associações. Durante a entrevista foi exposta a ideia da instalação dos PEV para funcionar em conjunto com as associações e verificada a aceitação. Os resultados estão expostos a seguir.

Atualmente no município existem quatro associações de catadores de resíduos recicláveis. Elas estão instaladas em imóveis custeados pela prefeitura e cedidos na forma de outorga de uso. No Quadro 5 estão as principais informações sobre as associações e locais de funcionamento.

Quadro 6 – Informações das Associações de Catadores.

Associação	Endereço	Nº de sócios	Tipo de imóvel	Área do imóvel (m²)
Acamaro - Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Oficinas	R. Padre Anchieta, 240	21	Barracão e terreno da prefeitura	Terreno - 10.000 m² Barracão - 500 m²
Acamaru - Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Nova Rússia	R. João Felde, frente ao 46	17	Barracão Alugado	Terreno - 495 m² Barracão - 400 m²
Acamaruva - Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Uvaranas	R. Cmte. Paulo Pinheiro Schmidt, 340	23	Barracão Alugado	Terreno - 2.150 m² Barracão - 1.200 m²
Arrep - Associação de Recicladores Rei do Pet	Av. Souza Naves, 4911	22	Barracão e terreno Alugados	Terreno - 7.500 m² Barracão - 750 m²

Fonte: o autor, 2015. Dados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Ponta Grossa.

As associações de catadores de resíduos recicláveis de Ponta Grossa fazem parte do programa Pró-Catador da prefeitura, que tem como objetivos a geração de renda e inclusão social dos catadores e suas famílias.

Diretamente ligado ao programa Pró-Catador a prefeitura mantém o programa Feira Verde. Neste programa, que acontece principalmente nas vilas residenciais onde a percentagem de famílias com renda inferior a dois salários mínimos é mais acentuada, é feita a troca de materiais recicláveis por frutas, verduras, leite, ovos e mel, que a prefeitura compra de pequenos produtores rurais. A intenção da Feira Verde é beneficiar as famílias com alimentos frescos, os pequenos produtores, o meio ambiente, a saúde pública e também as associações de catadores que recebem os materiais recicláveis arrecadados.

Além desses programas a prefeitura mantém convênios com diversas entidades e empresas com a finalidade de aumentar as quantidades de resíduos recicláveis enviados para as associações de catadores. A coleta é realizada por dois caminhões e uma camionete da prefeitura em 51 fontes de resíduos recicláveis, tais como:

- a) PEV localizados em Supermercados e na Universidade Estadual de Ponta Grossa;
- b) condomínios residenciais;
- c) Banco do Brasil e Caixa Econômica;
- d) órgãos públicos como: Instituto Nacional do Seguro Social, Tribunal Regional do Trabalho, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Fórum, e outros;
- e) Empresas como: Companhia Paranaense de Energia – Copel, América Latina Logística, Masisa do Brasil, concessionárias de veículos, Frigorífico Argus, e outras.

Os resíduos recicláveis coletados são distribuídos entre as quatro associações. Os materiais aceitos pelas associações são: papel e papelão; plásticos; metais; e vidros. Entretanto, por não haver controle nos PEV, são deixados também materiais como: lâmpadas, aparelhos eletrônicos, eletrodomésticos, roupas e outros materiais dos quais não há interesse de compra pelos recicladores, trazendo dificuldades para destinação adequada.

O processo de separação é manual em todas as associações. Os resíduos são despejados sobre uma mesa e separados manualmente por categoria em tambores que ficam ao redor; apenas a Arrep possui esteira mecânica para auxiliar nesse trabalho.

Depois da separação os resíduos são prensados e vendidos para atravessadores, que encaminham para a indústria recicladora.

Na Figura 45 são apresentadas as vistas externa e interna do barracão da Acamaro, que está situado num terreno da prefeitura. Os tambores empregados na separação podem ser observados na vista interna junto às prensas.

Figura 45 – Exterior e interior do barracão da Acamaro



Fonte: o autor

No terreno onde está localizada a Acamaro já existe mais um barracão com 500 m², onde se pretende instalar uma prensa para o isopor que será recolhido de todas as associações.

O horário de funcionamento das associações varia pouco; o expediente inicia entre 8h00 e 8h30, há uma parada para o almoço e encerra entre 16h00 e 17h00. Duas funcionam aos sábados, dependendo da quantidade de material disponível.

7.4.1 Análise de viabilidade de instalação de PEV nas associações de catadores de materiais recicláveis

A principal condição para que as associações possam receber as instalações de um PEV é a disponibilidade de espaço. Verificou-se que em três das quatro

associações existe espaço disponível para o funcionamento de um PEV. Apenas a Acamaru não tem espaço ocioso, praticamente todo o terreno é ocupado pelo barracão que já tem todo seu espaço utilizado nas atividades desenvolvidas atualmente.

Os presidentes das associações consideraram viável a possibilidade de instalação de contêineres e baias destinadas a receber RCD, volumosos e demais tipos de resíduos recicláveis. Além disso, se colocaram à disposição para assumirem o papel de controladores de recebimento e destinação desses materiais.

Considerando o exposto, as associações Acamaro, Acamaruva e Arrep, por apresentarem condições de localização favoráveis nos aspectos de relevo e trânsito, e não apresentarem impedimentos na lei de zoneamento e nos demais aspectos ambientais, são consideradas como locais prioritários para implantação de PEV.

7.5 MODELO DE APOIO PARA A LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA COM AUXÍLIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O objetivo deste item é expor o modelo idealizado que servirá como apoio para a localização de uma rede de PEV com o emprego de Sistema de Informações Geográficas (SIG) nos municípios. Neste tipo de trabalho o uso do SIG proporciona maior consistência e facilita a execução, pois permite uma análise multicritério simultânea para a escolha dos locais de instalação dos PEV.

Qualquer *software* SIG poderia ser utilizado; entretanto, foi escolhido o sistema ArcGIS® por ser uma ferramenta líder de mercado, utilizada mundialmente, com interface de trabalho amigável, e estar disponível para uso durante o estudo.

O modelo proposto compreende quatro etapas que foram aplicadas para o município de Ponta Grossa o qual servirá de teste e exemplo para utilização em outras localidades.

1ª Etapa: Determinação do número de PEV a ser implantado

Para a determinação da quantidade de PEV são considerados dois parâmetros apontados pelos especialistas e já apresentados no item 7.2.3.2: número de habitantes do município (um PEV para cada 25.000 hab.) e distância a percorrer

até o PEV (até 2 km). A aplicação desses parâmetros no município de Ponta Grossa implica nos seguintes resultados:

a) Em função do número de habitantes:

$$\text{N}^\circ \text{ PEV} = \text{n}^\circ \text{ hab. município} / 25.000 \text{ hab.}$$

Onde: $\text{n}^\circ \text{ hab. de Ponta Grossa} = 337.865$ (IBGE, 2015)

Daí: $\text{N}^\circ \text{ PEV} = 337.865 / 25.000$

$$\text{N}^\circ \text{ PEV} = 13,51 \approx 14$$

Obs: O número de PEV calculado é para a quantidade de habitantes em 2015. Para previsão de instalação futura de PEV devem ser consideradas projeções do número de habitantes para as datas futuras consideradas.

b) Em função da distância a percorrer ou área de abrangência do PEV

$$\text{N}^\circ \text{ PEV} = \text{área urbana} / \text{área abrangência PEV}$$

Onde: $\text{Área urbana} = 199,2 \text{ km}^2$ (PMPG, 2014)

$$\text{Área abrangência PEV (raio 2 km)} = 12,57 \text{ km}^2$$

Daí: $\text{N}^\circ \text{ PEV} = 199,2 / 12,57$

$$\text{N}^\circ \text{ PEV} = 15,85 \approx 16$$

Portanto, a previsão inicial é de um número entre 14 e 16 PEV. Esta quantidade poderá ser alterada em função de variáveis que, segundo os especialistas (item 7.2.3.2), podem afetar a localização, como:

a) densidade populacional;

Em toda a área urbana a densidade populacional média (DPm) é de:

$$\text{DPm} = \text{População da área urbana} / \text{Área urbana}$$

Onde: $\text{População da área urbana} = 330.400 \text{ hab.}$ (IBGE, 2015)

$$\text{Área urbana} = 199,2 \text{ km}^2 \text{ (PMPG, 2014)}$$

Daí: $\text{DPm} = 330.400 / 199,2$

$$\text{DPm} = 1.659 \text{ hab/km}^2$$

Portanto, um PEV atenderá, em média, ao seguinte número de habitantes:

$$\text{N}^\circ \text{ médio de hab. atendidos por PEV} = \text{DPm} \times \text{área abrangência do PEV}$$

$$\text{N}^\circ \text{ médio de hab. atendidos por PEV} = 1.659 \times 12,57$$

Nº médio de hab. atendidos por PEV = 20.854 habitantes

Nas regiões de maior densidade populacional pode-se aumentar a capacidade do PEV ou quando a densidade populacional for menor, ampliar a área de abrangência do PEV

b) quantidades de resíduos geradas por região;

Ainda não existem estudos no município de Ponta Grossa que revelem estas quantidades. Diante disso, esta variável não será levada em consideração.

c) barreiras naturais ao acesso (rios, relevo, áreas de preservação, etc.) e barreiras criadas pelo homem (rodovias, ferrovias, áreas particulares, etc.).

Tanto as barreiras naturais quanto aquelas criadas pelo homem serão consideradas quando forem posicionados os PEV no mapa de implantação.

2ª Etapa: Elaboração do mapa de restrições

A definição dos locais de instalação dos PEV é feita com o uso de um mapa que tem como finalidade representar regiões da área urbana, que devem ser evitadas por não apresentarem condições adequadas para a instalação ou por existirem imposições ou proibições legais para o uso pretendido.

O mapa de restrições foi criado a partir da sobreposição de cinco camadas, e cada uma representa um tipo de restrição à implantação dos PEV. A seguir estão apresentadas as camadas e suas respectivas restrições:

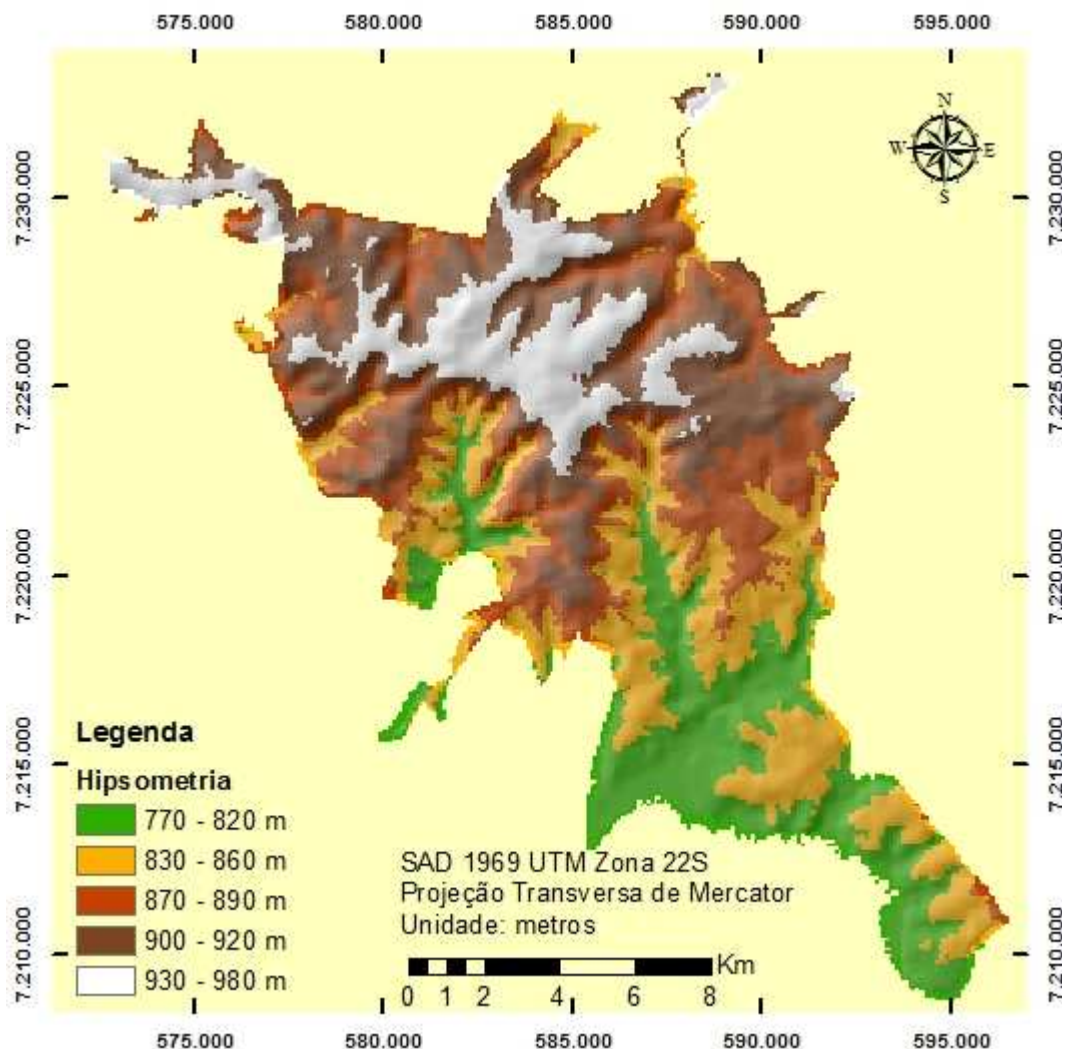
a) camada de declividades: foi empregada para apontar regiões de restrição quando a declividade for maior que 12 %. Outra finalidade desta camada será indicar as regiões favoráveis à implantação de acordo com as condições estabelecidas no Quadro 6 (p. 119). Para a elaboração da camada de declividades foram utilizadas imagens obtidas pela nave *Endeavour* (NASA), da missão espacial SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*, com resolução espacial de 90 m (3 arc seg) obtidas na *webpage* da EMBRAPA (Miranda, 2005).

As imagens da missão SRTM foram reprojadas de WGS84 (*World Geodetic System 1984*) para SAD69 (*South American Datum 1969*) UTM (*Universal Transversa de Mercator*) zona 22S e recortadas nos limites da área urbana de Ponta Grossa. O mapa de limites da área urbana foi obtido em formato *shapefile* no *website* da prefeitura do município.

Por se tratar de um arquivo do tipo *Raster*, com imagens SRTM, originalmente não possuía tabela de atributos. Foi então transformado em um arquivo TIN (*Triangular Irregular Network*) e depois novamente para *Raster*, modificando os seus dados de saída com formato de número inteiro. Finalmente os arquivos *Raster* (hypsometria e declividade) foram transformados em polígonos para que fosse possível fazer a sobreposição com os demais dados do município.

Na Figura 46 está apresentado o mapa de hipsometria da área urbana de Ponta Grossa que serve de referência espacial para todos os demais.

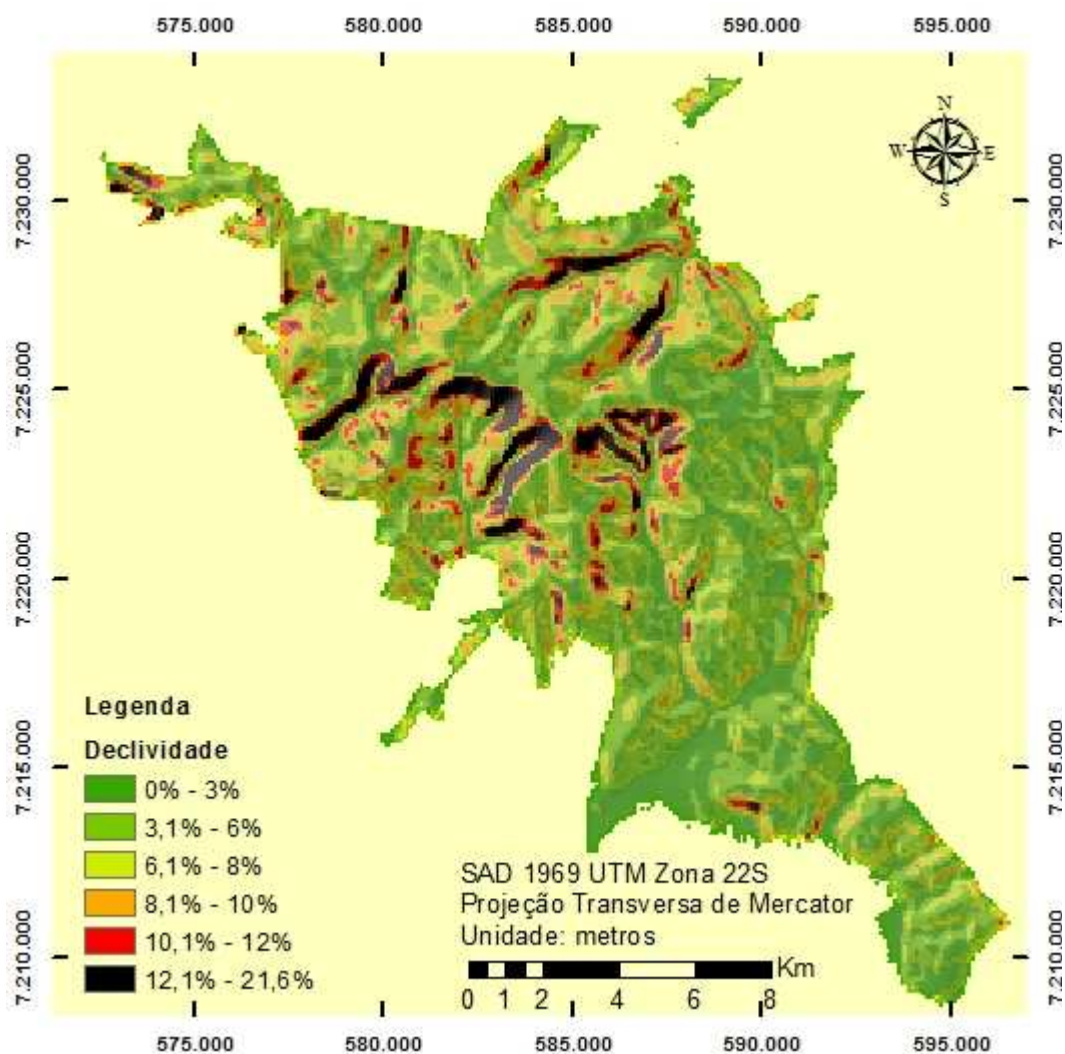
Figura 46– Mapa de hipsometria da área urbana de Ponta Grossa



Fonte: Miranda 2005; PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

Tomando como base o mapa de hipsometria da área urbana elaborou-se a camada de declividades (Figura 47).

Figura 47 – Declividades da área urbana de Ponta Grossa



Fonte: Miranda 2005; PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

Nesta camada foram consideradas as condições de implantação de acordo com o Quadro 3 de declividades. Foi então criado o Quadro 7 que inclui a codificação de cores para facilitar a verificação da condição para a implantação dos PEV conforme a declividade. A camada de restrição é aquela que considera apenas as declividades maiores que 12 % (cor preta).

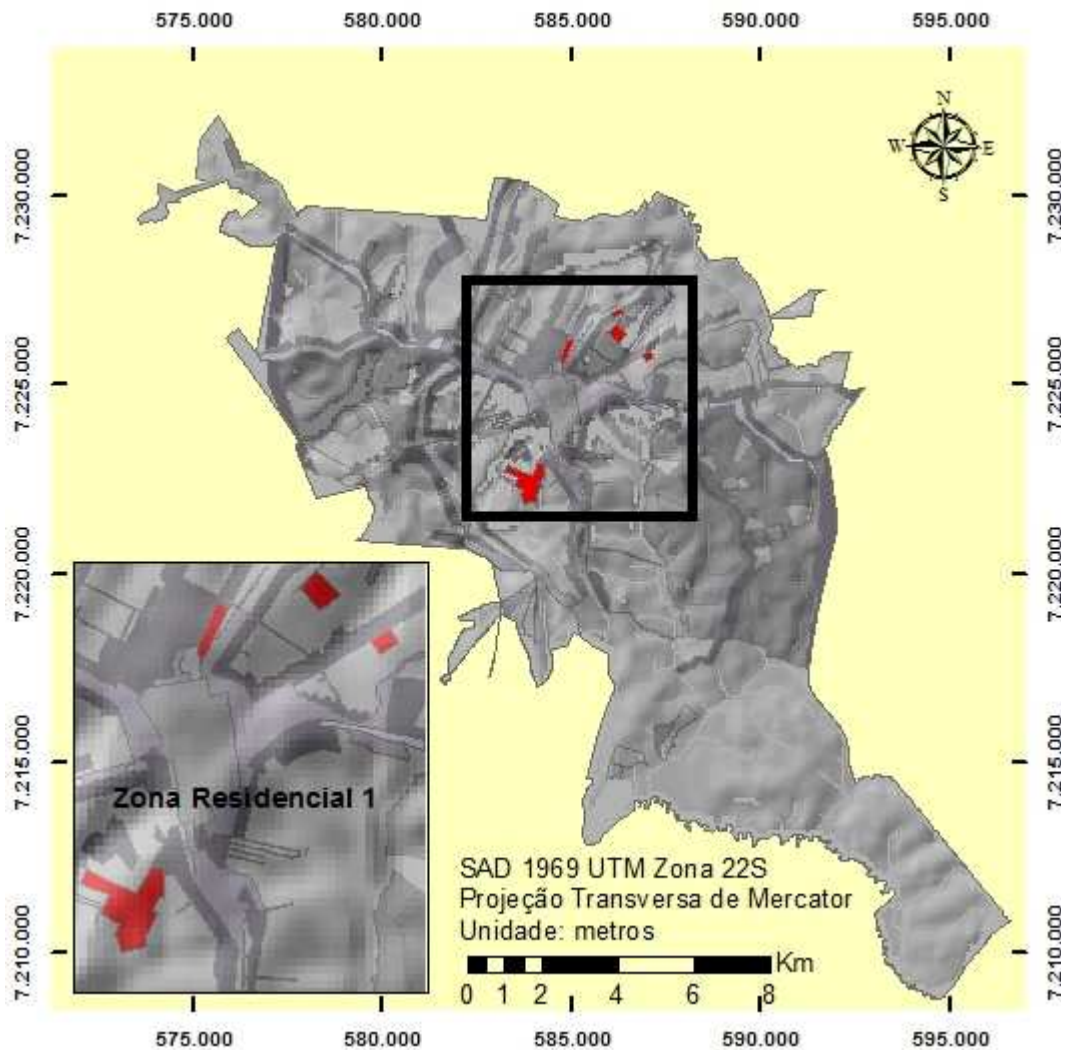
Quadro 7 – Codificação de cores de acordo com a declividade do terreno

Declividade	Condição de implantação	Cor do mapa
0 a 3%	Extremamente favorável	Verde
3,1 a 6%	Muito favorável	Verde claro
6,1 a 8%	Favorável	Amarelo
8,1 a 10%	Pouco favorável	Laranja
10,1 a 12%	Desfavorável	Vermelho
> 12%	Impeditiva	Preto

Fonte: o autor, 2015.

b) camada da lei de zoneamento: de acordo com a lei de zoneamento do município, somente nas zonas residenciais 1 - ZR1, não são permitidas atividades como a que será desenvolvida nos PEV. Então, foi elaborada uma camada de restrição com as zonas ZR1 (Figura 48) marcadas em vermelho a partir de um mapa de zoneamento disponibilizado em formato *shapefile* no *website* da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa (PMPG).

Figura 48 – Zonas residenciais 1 da área urbana de Ponta Grossa



Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

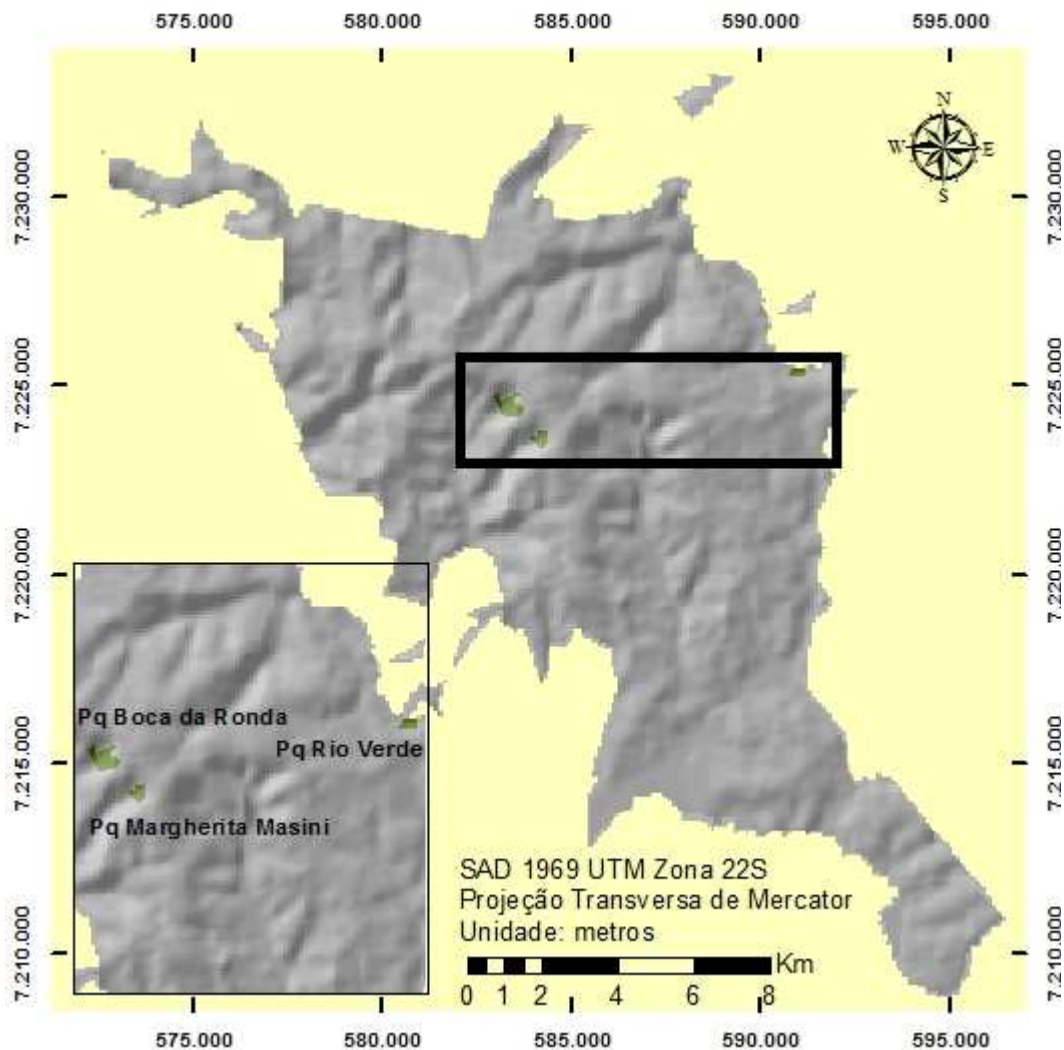
c) camada de parques: dentro da área urbana do município, conforme informações da prefeitura, existem três parques municipais que são áreas de preservação ambiental:

- Parque Margherita Sannini Masini;

- Parque Rio Verde;
- Parque Boca da Ronda.

Nesses parques não é permitida a instalação de PEV. Para o atendimento destas restrições foi criada uma camada na qual a localização destes parques está destacada em verde (Figura 49). Esta camada foi elaborada a partir de um mapa em formato *dwg* (*drawing*) fornecido pela PMPG.

Figura 49 – Parques municipais da área urbana de Ponta Grossa.

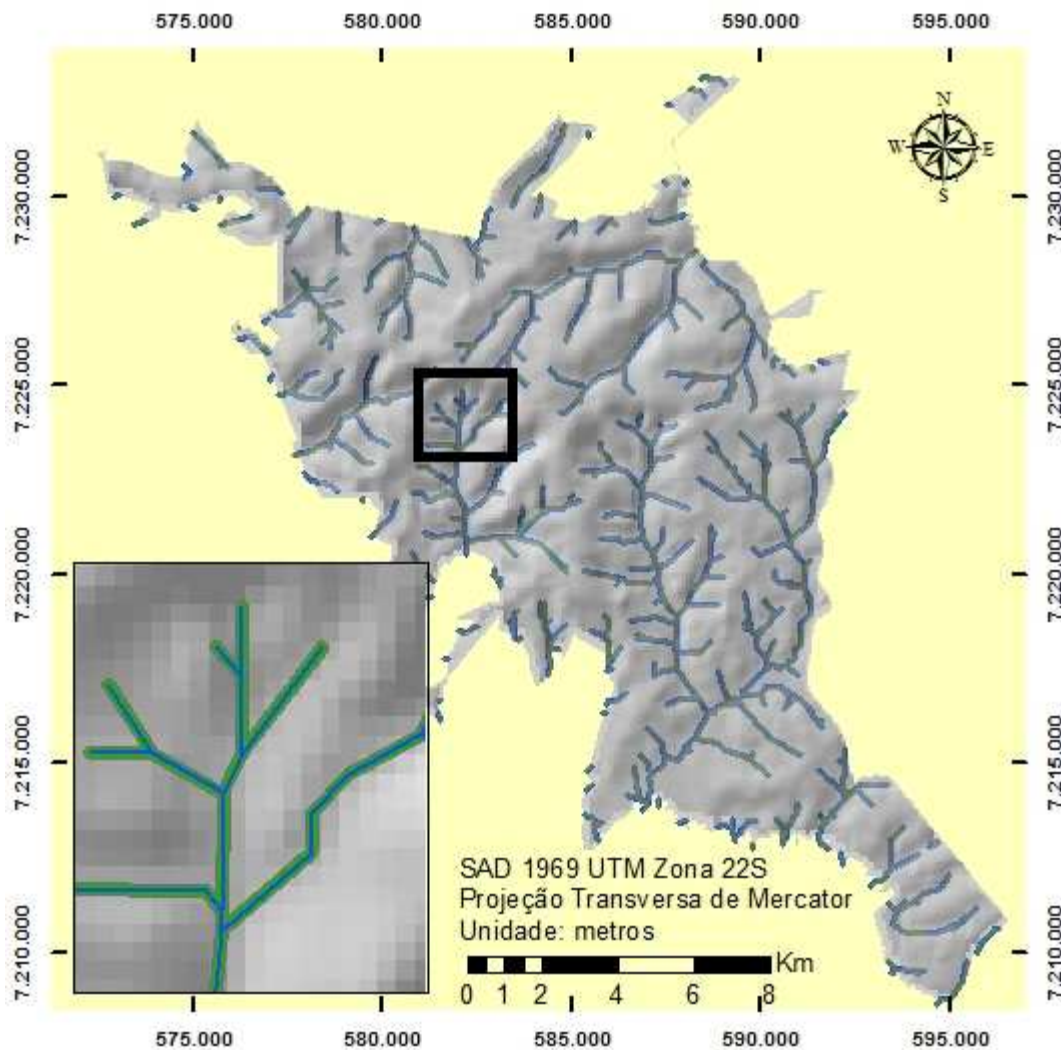


Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

d) Camada de faixas marginais de córregos e rios: de acordo com a legislação, são consideradas áreas de preservação permanente faixas de 30 m a partir das margens de todos os cursos d'água da área urbana. Para o atendimento desta lei foi criada uma camada de restrição a partir do mapa hidrográfico de Ponta Grossa obtido em formato *shapefile* no *website* do Instituto das Águas do Paraná

(AGUASPARANÁ, 2015). A camada foi criada com a utilização da ferramenta *buffer* do ArcGIS® marcando em azul o curso d'água e em verde a faixa de 30 m a partir de cada margem (Figura 50).

Figura 50 – Faixa de preservação nos cursos d'água da área urbana de Ponta Grossa



Fonte: AGUASPARANÁ, 2015; PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

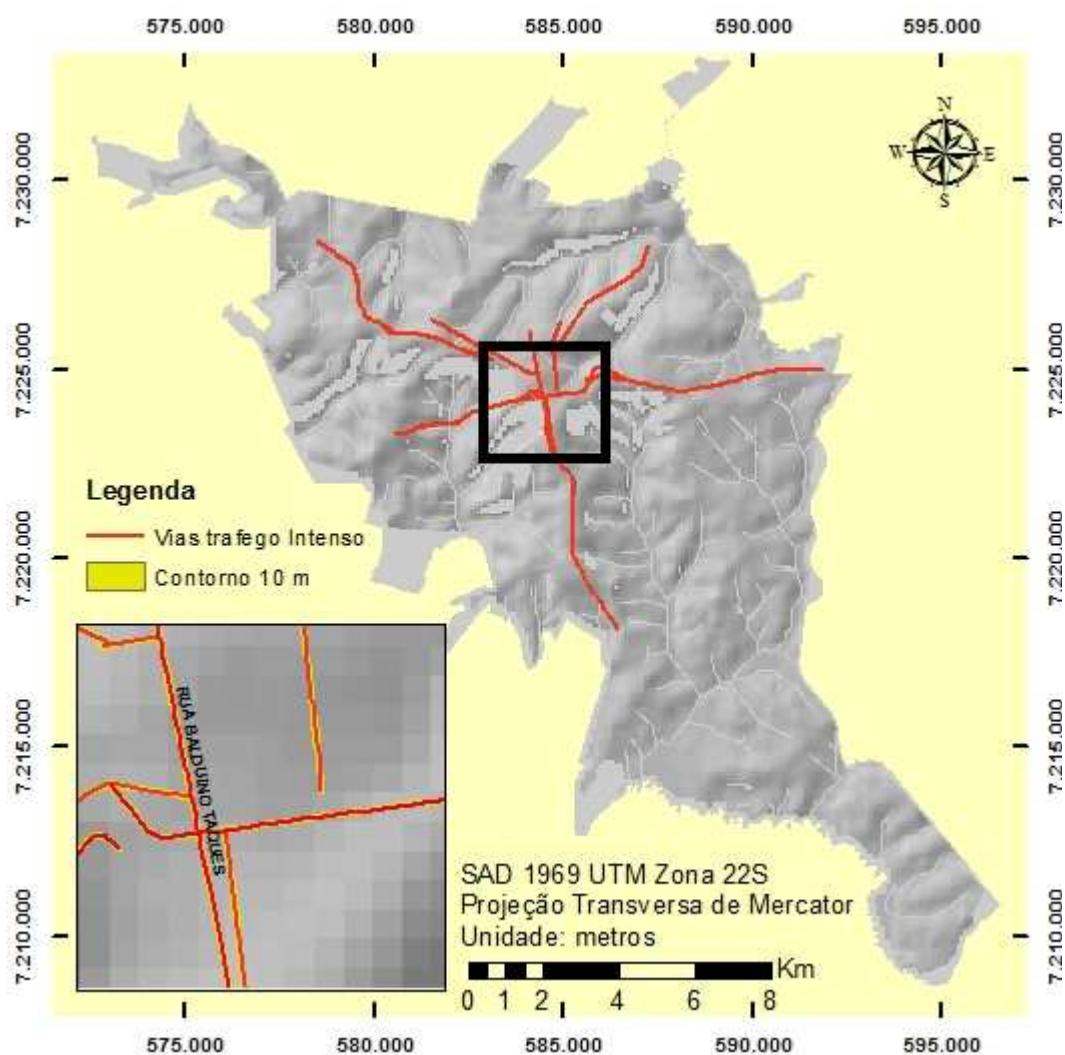
e) vias de tráfego intenso: de acordo com a Autarquia Municipal de Trânsito deve-se evitar a instalação de PEV nos principais eixos viários do município e nas avenidas e ruas arteriais listadas a seguir:

- Av. Dr. Vicente Machado;
- Av. Bonifácio Vilela;
- Av. Ernesto Vilela até R. Pedro Alvares Cabral;
- Av. Visconde de Taunay até R. Ibaity;

- Av. Dom Pedro II;
- Av. Monteiro Lobato até R. João Schaia;
- Av. Gal. Carlos Cavalcanti até R. Valério Ronchi;
- Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda;
- Av. Visconde de Mauá;
- Av. Souza Naves até BR 373;
- Rua Balduino Taques;
- Rua Dr. Paula Xavier.

A camada de restrições com as vias listadas está apresentada na Figura 51.

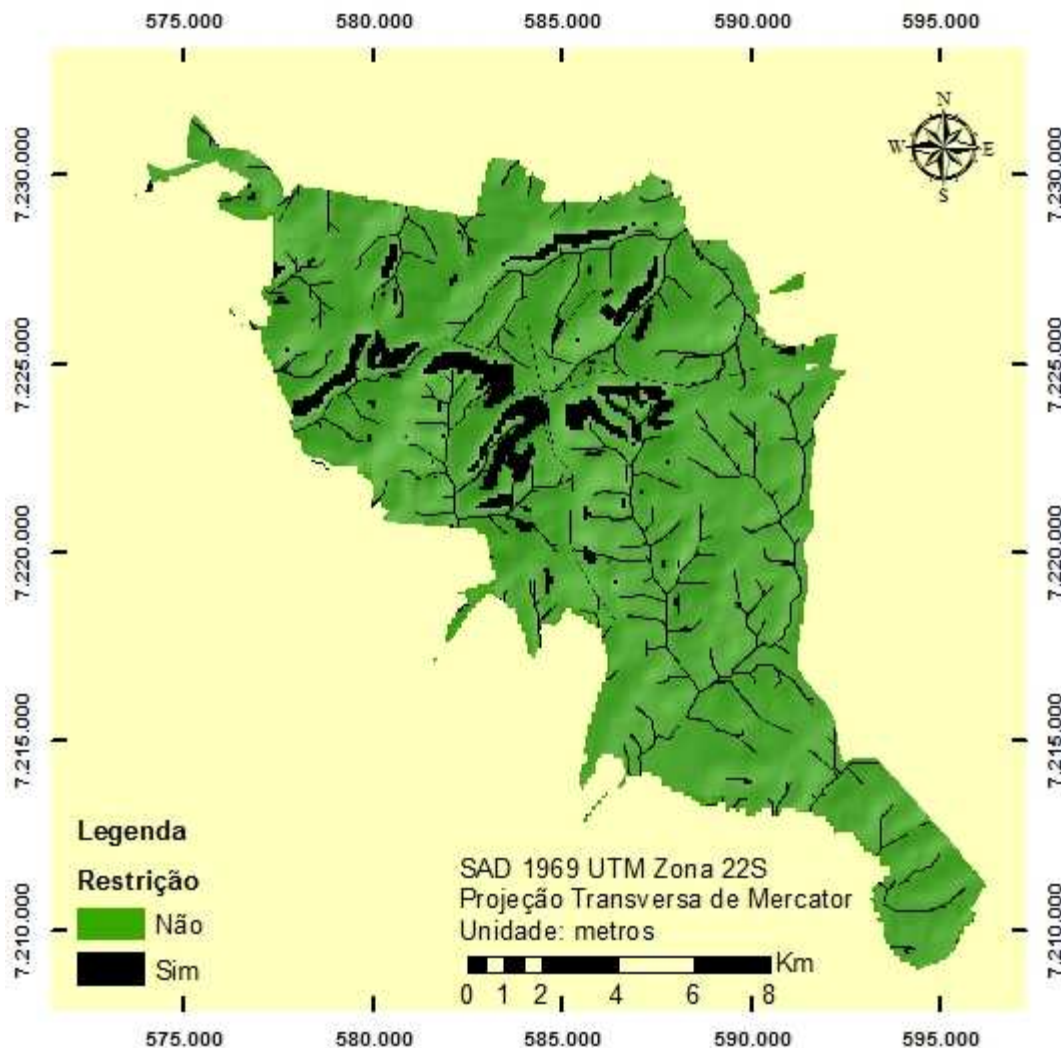
Figura 51 – Vias de tráfego intenso da área urbana de Ponta Grossa



Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

Com o emprego do modelo de adequação booleana e a técnica de sobreposição foram agrupadas as cinco camadas de restrições com o auxílio do *software* ArcGIS®. Como resultado foi obtido o mapa de restrições (Figura 52):

Figura 52 – Locais de restrições à implantação dos PEV



Fonte: Miranda 2005; AGUASPARANÁ, 2015; PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

As áreas que contêm restrições são as áreas em preto. Nas demais áreas do mapa são revelados os locais onde há condições para a implantação dos PEV.

3ª Etapa: escolha do locais para implantação dos PEV

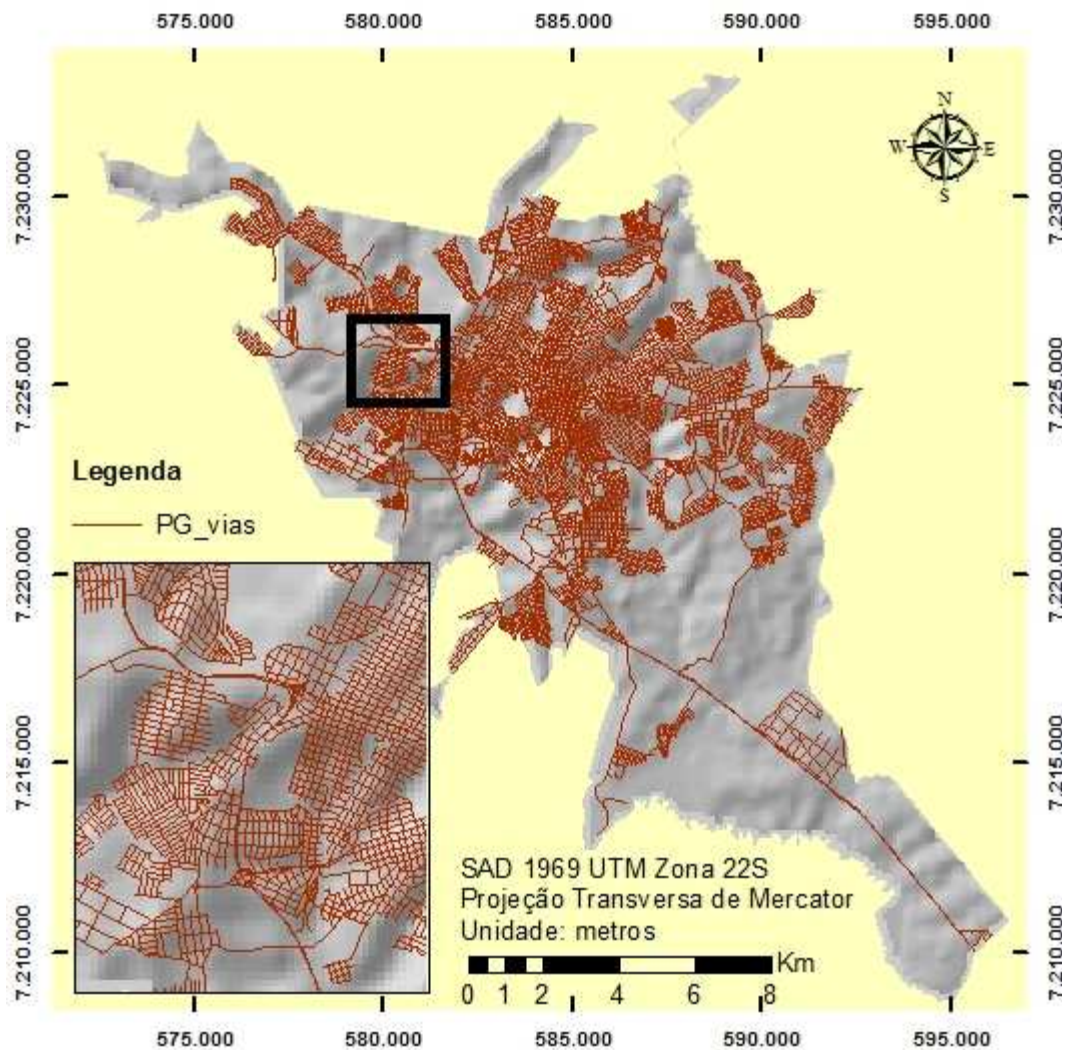
Esta escolha é feita seguindo as recomendações dos especialistas. Estes sugerem que seja dada preferencia a terrenos pertencentes ao município e a locais onde já ocorre descarte de resíduos ou nas suas proximidades. Para isso, deve-se

obter junto ao cadastro técnico do município um mapa que contenha a localização dos terrenos públicos e particulares da área urbana.

Para escolher os locais adequados, emprega-se novamente o *software* ArcGIS® usando a técnica de sobreposição com as seguintes camadas:

- locais de restrições à implantação dos PEV (Figura 53);
- mapa com a localização de terrenos públicos e particulares na área urbana (disponível no cadastro Técnico da PMPG);
- mapa com a localização das destinações de RCD (Figura 32);
- camada de declividades (Figura 48);
- uma base viária para facilitar a localização (Figura 53).

Figura 53 – Base viária da área urbana



Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

A escolha então é feita partindo-se de um ou mais pontos pré-selecionados onde seja possível a instalação de PEV.

Por questões legais, a prefeitura não disponibilizou o mapa com a localização dos terrenos públicos e particulares. No entanto, permitiu o acesso a estas informações com o auxílio de um agente na sala do Cadastro Técnico Municipal. Neste órgão estão disponibilizadas as informações de todos os terrenos do município num sistema conectado ao geoportal (geoweb.pg.pr.gov.br), que contém ortofotos atualizadas em 2012 de toda a área urbana.

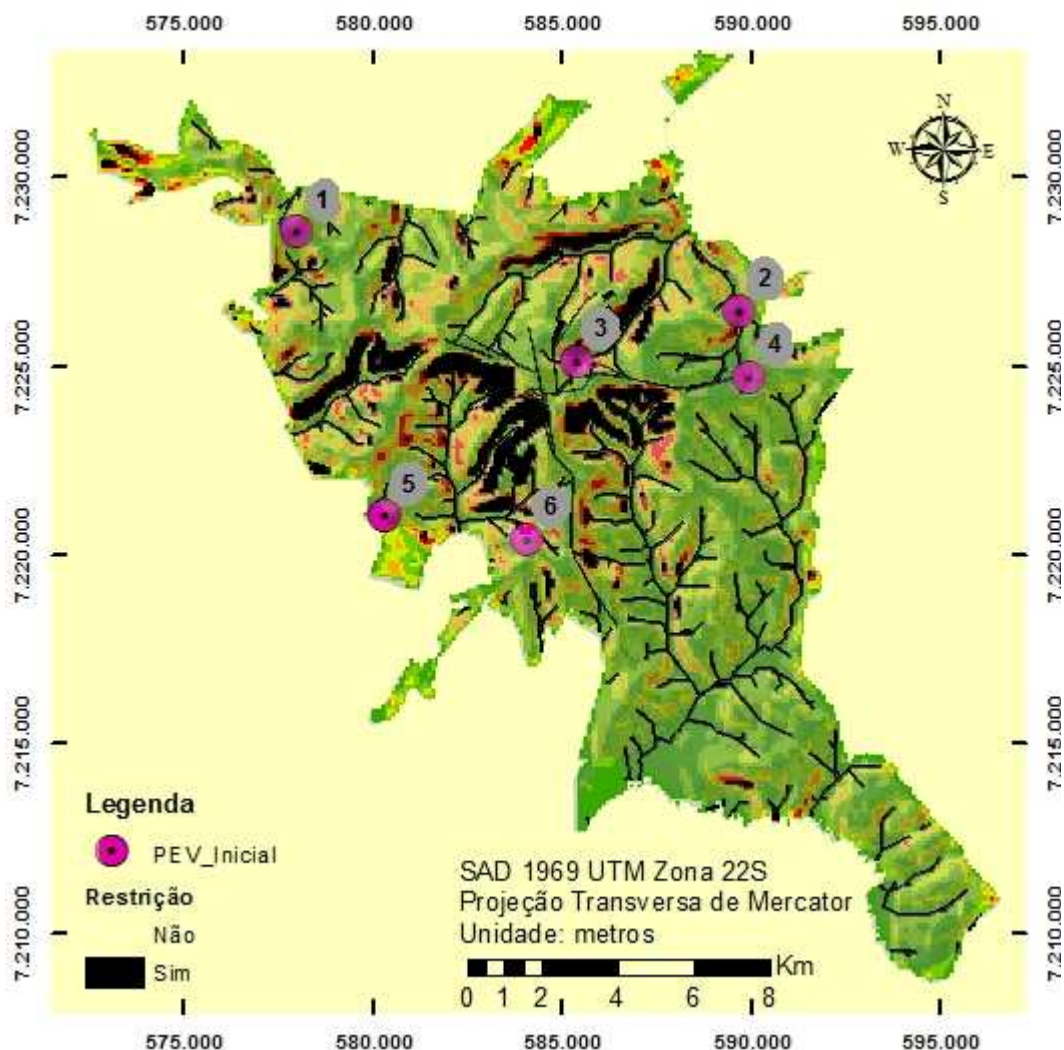
A distribuição da rede de PEV foi feita com o uso de dois computadores, um com o programa ArcGIS® que contém as camadas mencionadas, e outro, do cadastro técnico, com as informações sobre os terrenos da área urbana.

O trabalho iniciou a partir de seis pontos pré-selecionados pelo autor para a implantação. Foram pré-selecionados os seguintes locais:

- 1- PEV ARREP - Av. Souza Naves, 4911;
- 2- PEV Matadouro - R. Valério Ronchi a 150 m da R. Rio Verde;
- 3- PEV Evaristo da Veiga - R. Evaristo da Veiga em frente ao nº 17;
- 4- PEV ACAMARUVA - R. Cmte. Paulo Pinheiro Schmidt, 340;
- 5- PEV Centro de Eventos - Av. Gen. Aldo Bonde em frente ao nº 999;
- 6- PEV ACAMARO - R. Padre Anchieta, 240.

Da localização destes pontos na área urbana resultou o mapa representado na Figura 54.

Figura 54 – Locais pré-selecionados para implantação de PEV



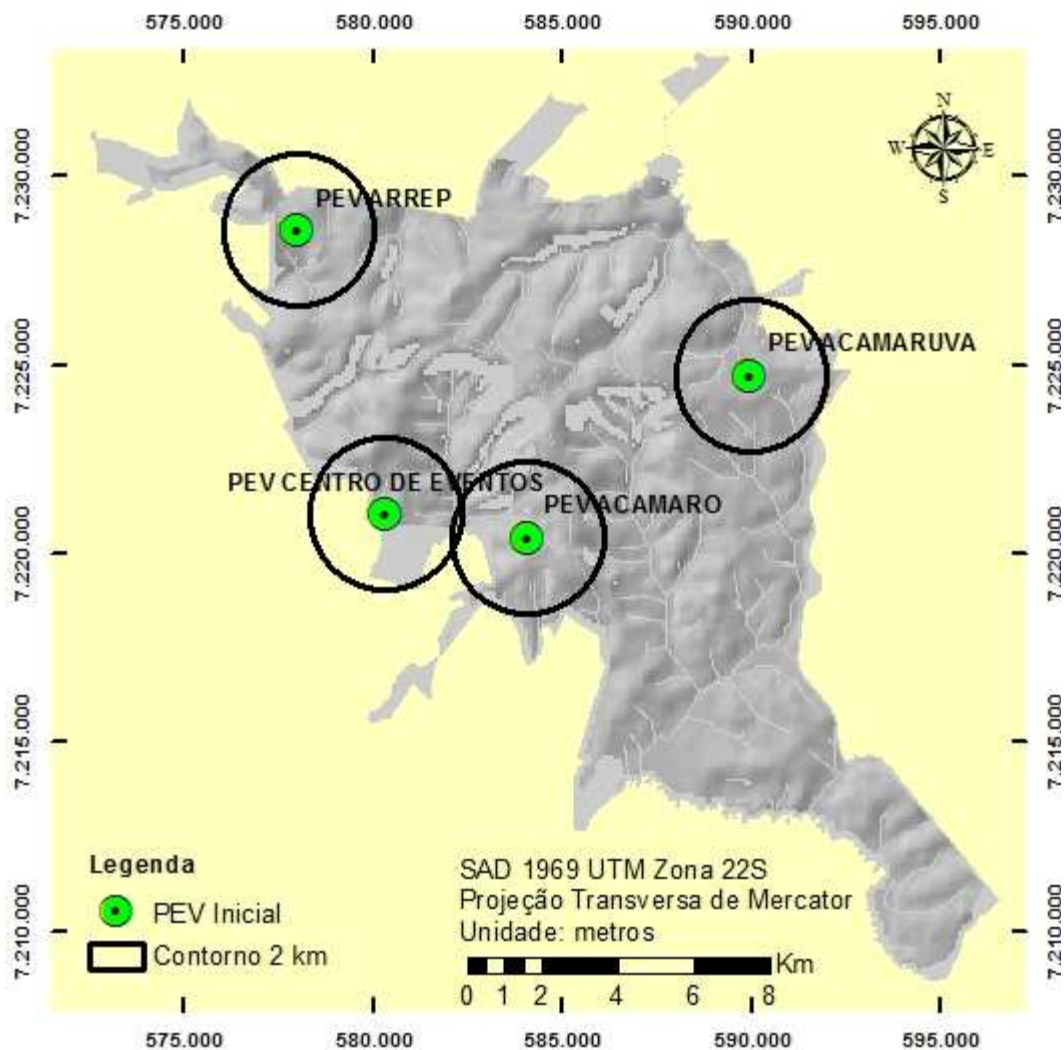
Fonte: Miranda 2005; AGUASPARANÁ, 2015; PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

Os locais pré-selecionados pertencem ao município com exceção dos pontos 1 e 4 que são locados e cedidos às associações de catadores.

Antes de dar continuidade à localização foi solicitada ao operador do Cadastro Técnico Municipal a verificação da possibilidade de instalação dos PEV nos seis locais pré-selecionados. Como resultado, dois locais foram excluídos: o PEV Matadouro que, apesar de ser área pertencente à prefeitura e ter distância da margem do Rio Verde maior que 30 m, recentemente foi considerada área de preservação; e o PEV Evaristo da Veiga que, por estar junto a um arroio canalizado, a área utilizável do terreno da prefeitura não seria suficiente para as instalações de um PEV. Para os demais locais pré-selecionados não houve impedimentos.

Após a eliminação dos dois pontos no computador com o programa ArcGIS® foram marcadas as respectivas áreas de abrangência (com raio de 2 km) dos quatro PEV pré-selecionados restantes (Figura 55). Partindo disso, foi iniciada a busca de terrenos pertencentes ao município com espaços livres disponíveis, com auxílio do agente técnico operando um computador do Cadastro Técnico.

Figura 55 – Mapa inicial para localização dos PEV



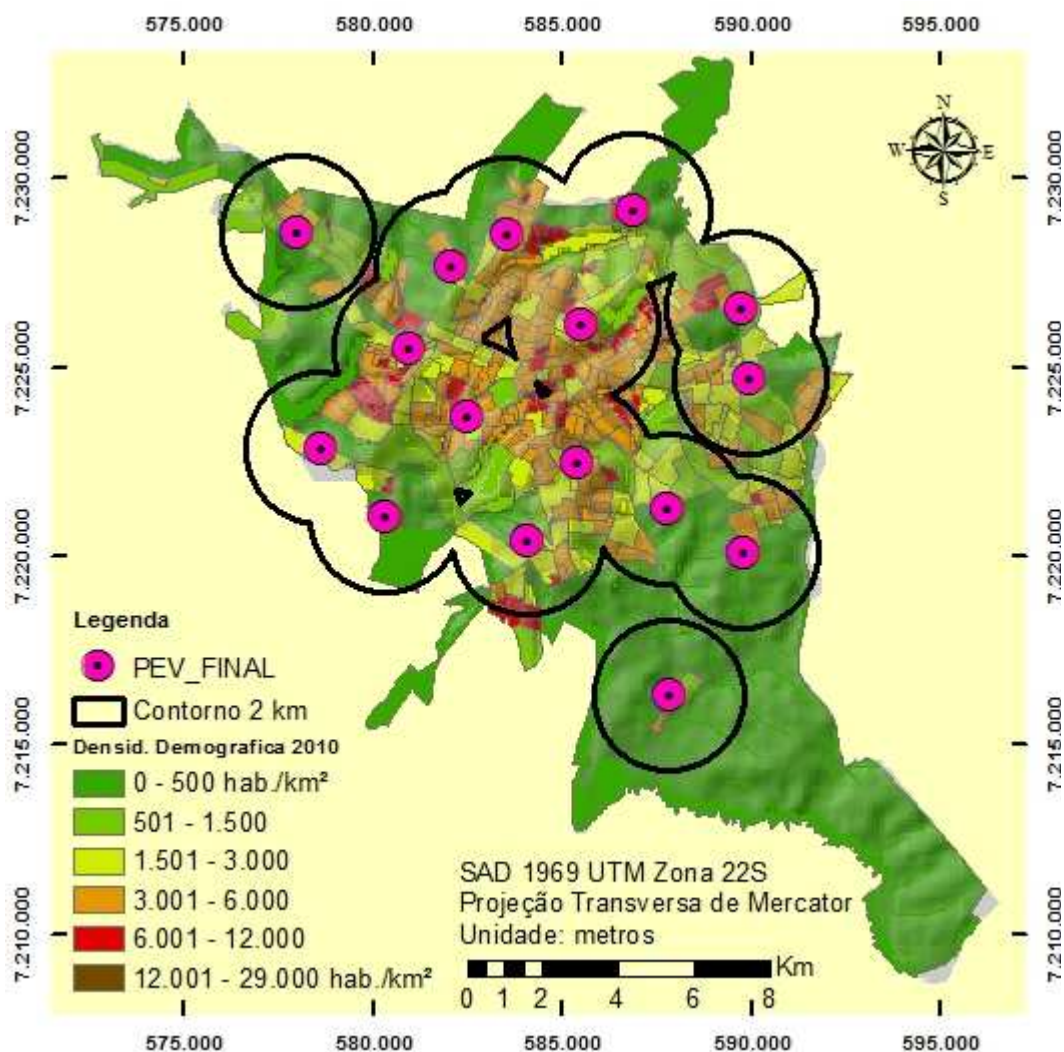
Fonte: PMPG, 2015; modificado pelo autor, 2015.

Os novos locais escolhidos necessariamente deveriam estar fora das áreas de restrições e preferencialmente com declividades favoráveis. Além disso, o raio de abrangência de 2 km deveria cobrir uma parcela da área urbana com a menor sobreposição possível das áreas de atuação de outros PEV já localizados.

Este trabalho foi realizado com o apoio de um técnico experiente no sistema de cadastro e conhecedor da localização de terrenos que pertencem à prefeitura. Algumas dificuldades foram encontradas para o cobrimento da área urbana central, pois são poucas as áreas disponíveis que atendem aos requisitos para a instalação dos PEV. Nas demais regiões da área urbana as dificuldades foram menores. Com esse sistema de trabalho foram localizados mais 12 PEV. Estes, somados aos quatro pré-selecionados, totalizaram 16, para atender toda a área urbanizada.

Com a definição dos 16 locais para a instalação dos PEV foi gerado o mapa apresentado na Figura 56, contendo a rede de captação de resíduos recicláveis e RCD proveniente dos pequenos geradores. Os círculos ao redor de cada PEV representam sua área de abrangência com o raio de 2 km.

Figura 56 – PEV e áreas de abrangência



Fonte: PMPG, 2015; PARANACIDADE, 2015, modificado pelo autor, 2015.

O mapa com a distribuição dos PEV está apresentado sobre uma camada que representa a densidade demográfica urbana, obtida em formato *shapefile* no *website* Paranacidade atualizado pelo censo de 2010 (PARANACIDADE, 2015).

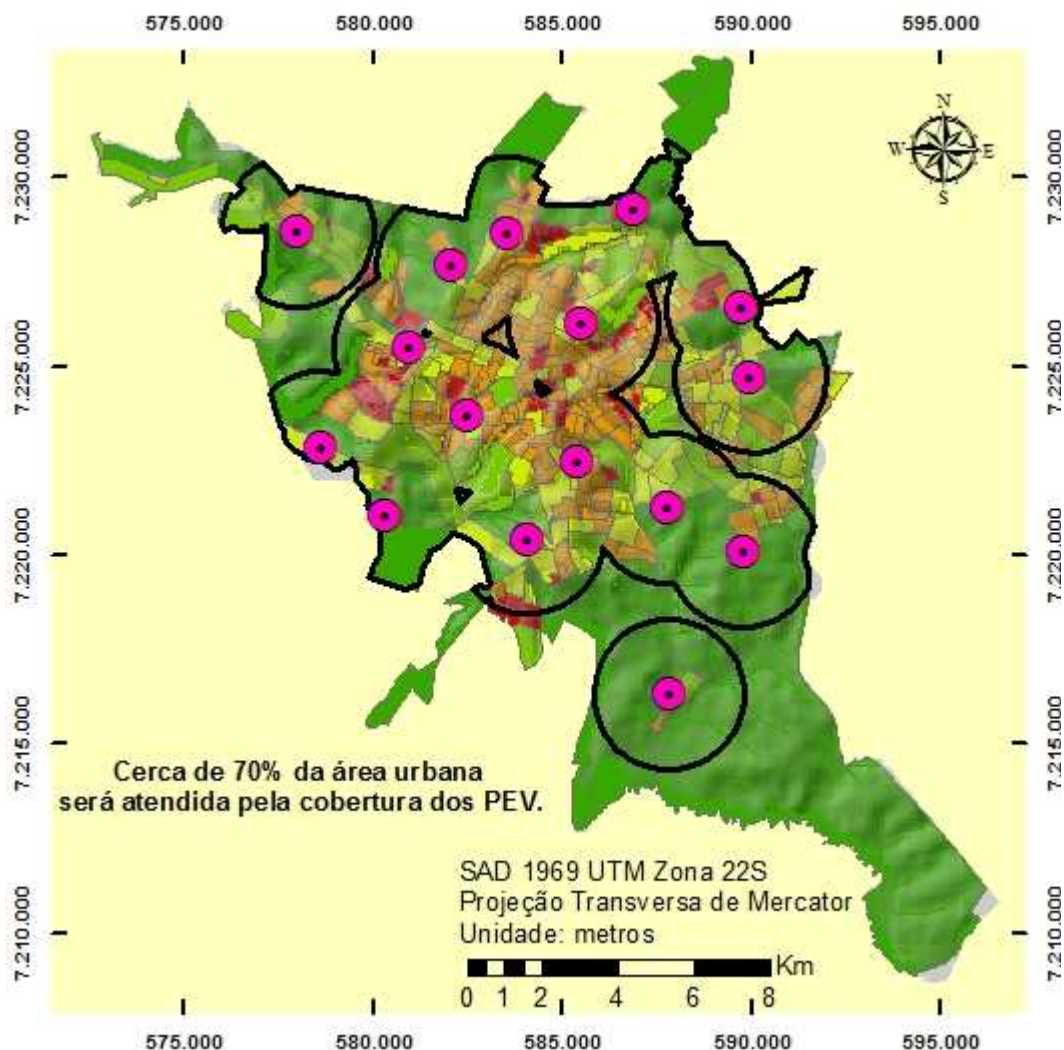
Observa-se que ficaram descobertas parcelas das regiões norte, noroeste, sul e também na região sudeste, onde está localizado o distrito industrial. Não foi proposta a instalação de PEV nestas regiões devido à baixíssima densidade demográfica dessas regiões. Nestes casos os pequenos geradores deverão se deslocar até o PEV mais próximo ou solicitar o serviço de coleta agendada por telefone.

4ª etapa: avaliação dos resultados obtidos

Uma primeira avaliação dos resultados é feita pela análise da cobertura da área urbana atingida pela localização dos PEV no mapa. Verifica-se que, pela forma como estão distribuídos, há uma situação de pleno atendimento das áreas com maior densidade demográfica. Pode-se dizer que 100% das áreas com densidade populacional maior que 1.500 hab/km² têm um PEV a uma distância máxima de 2 km.

Os 16 PEV propostos atingem uma cobertura de aproximadamente 70% da área urbana (Figura 57).

Figura 57 – Cobertura da área urbana pelos PEV

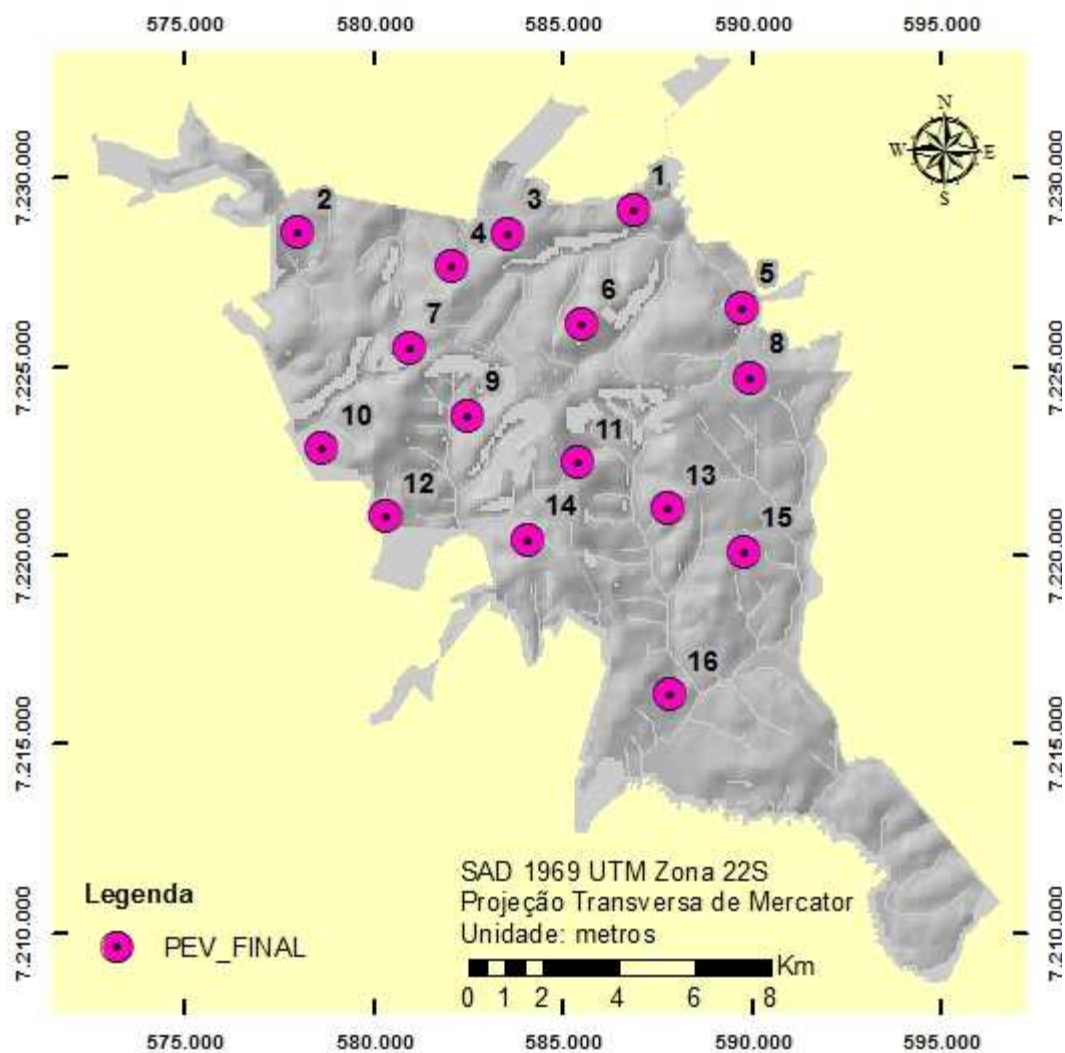


Fonte: PMPG, 2015; PARANACIDADE, 2015, modificado pelo autor, 2015.

A outra avaliação necessária deve ser feita no local escolhido. Entretanto, antes da visita ao local foi realizada uma verificação com o auxílio do *Google Earth Pro*[®], utilizando a ferramenta *Street View*[®]. Constatada a viabilidade da escolha, foi realizada uma visita para confirmação de que as condições para instalação são atendidas. Foram analisados o acesso e a visibilidade do local. Além disso, foi verificado se a declividade do local era compatível com os valores observados no mapa de declividades, e também se a área escolhida estava disponível para utilização, conforme constava no cadastro e nas ortofotos do local.

Os 16 locais escolhidos estão marcados na Figura 58.

Figura 58 – Localização final dos PEV.



Fonte: PMPG, 2015, modificado pelo autor, 2015.

Na Tabela 12 é apresentado um resumo dos resultados obtidos a partir das informações dos mapas e das inspeções nos locais escolhidos de acordo com a numeração dos PEV. Foram atribuídos nomes provisórios aos PEV relacionando-os à associação de catadores, ao bairro, à escola, ou ao nome da rua onde foram localizados.

Tabela 12 – Resumo das inspeções e características dos locais escolhidos

Nº	PEV	Região atendida	Densidade demográfica média (hab/km ²)	Área disponível (m ²)	Declividade (%)	Condição de acesso	Visibilidade do local
1	GAZA	Nor-Nordeste	3161	900	3 a 6	boa	excelente
2	ARREP	Noroeste	2761	7.500	0 a 3	boa	excelente
3	ESPLANADA	Norte	4253	1.500	3 a 6	excelente	excelente
4	BOA VISTA	Nor-Noroeste	4395	2.000	0 a 3	excelente	boa
5	RIO VERDE	Nordeste	3433	1.200	3 a 6	excelente	excelente
6	JARDIM CARVALHO	Centro-Norte	5113	1.300	0 a 3	excelente	excelente
7	MICHEL LAIDANE	Oeste-Noroeste	4528	1.500	6 a 8	boa	excelente
8	ACAMARUVA	Leste	2693	2.150	0 a 3	excelente	boa
9	RONDA	Centro-Oeste	4223	1.000	6 a 8	boa	boa
10	CONTORNO	Oeste	4394	4.000	0 a 3	excelente	excelente
11	VEREADORES	Centro-Sul	4263	1.000	0 a 3	excelente	excelente
12	CENTRO DE EVENTOS	Sudoeste	2057	1.500	0 a 3	excelente	excelente
13	MARIO BRAGA RAMOS	Centro-Leste	2808	1.000	3 a 6	excelente	boa
14	ACAMARO	Sul	3360	10.000	0 a 3	excelente	boa
15	JACARANDÁ	Sudeste	2566	1.201	1 a 3	excelente	boa
16	IBC	Sul-Sudeste	949	1.300	0 a 3	excelente	excelente

Fonte: elaborado pelo autor, 2015.

Na inspeção foi observado que todos os locais escolhidos tinham a área livre disponível, de tamanho suficiente e que as declividades informadas nos mapas estavam de acordo com as observadas no local possibilitando a instalação dos PEV.

Com relação às condições de acesso, foram observados aspectos considerados importantes para realização de manobras para veículos de carga, como: largura e declividade da via, velocidade e intensidade de tráfego no local e a declividade do terreno. Foi considerada condição “excelente” quando todos os aspectos eram favoráveis. E quando um ou mais dos aspectos não eram ideais foi considerada condição “boa”.

Os motivos para condição “boa” em três locais foram as seguintes:

- ARREP: via de acesso muito movimentada (BR-376) e na entrada do terreno há declividade que dificulta o acesso, mas não inviabiliza;

- Gaza: terreno estreito (18m) e desnível entre a via e o terreno que deverá ser corrigido, mas há condição para instalação;

- Ronda e Michel Laidane: terrenos e vias de acesso com declividade um pouco acima do ideal (entre 6 e 8%);

A visibilidade dos locais foi considerada “excelente” sempre que o terreno está localizado em vias principais de fácil visualização, tanto para quem trafega em

veículos, quanto para pedestres. Somente em seis PEV, foi atribuída a condição de visibilidade “boa”, porque estão localizados em vias de tráfego local, os demais estão em vias arteriais ou coletoras que permitem excelente visibilidade.

Alguns dos PEV não estão em locais onde todas as condições são consideradas como “excelente”, mas pode-se dizer que as condições são favoráveis e permitem a instalação e funcionamento.

A densidade demográfica média da área de abrangência de cada PEV variou de 949 hab/km², observado no PEV IBC que está situado na região Sul-Sudeste, até 5.113 hab/km² do PEV Jardim Carvalho, situado na região Centro-Norte da cidade. Entretanto, nos 10 PEV que apresentam densidade populacional média acima de 3.000 hab/km² observa-se que há uma sobreposição das áreas de abrangência de outros PEV o que possibilitará um bom atendimento da população.

Como resultado final pode-se afirmar que o emprego do modelo de localização funciona bem e que os resultados obtidos na cobertura da área urbana e na vistoria em campo corresponderam às expectativas criadas na escolha feita com o auxílio dos mapas de restrições e declividades.

8 CONCLUSÕES

O objetivo desta tese é propor um modelo de apoio para a definição da localização de pontos de entrega voluntária para pequenos geradores de resíduos de construção e demolição para os municípios.

Para alcançar este objetivo foram realizadas pesquisas na literatura, leis e normas relacionadas ao tema, também foram feitas consultas com gestores de PEV em funcionamento no país, pequenos geradores de RCD e com especialistas no assunto.

A instalação de uma rede de captação para RCD e outros tipos de resíduos recicláveis provenientes dos pequenos geradores deve acontecer em todos os municípios brasileiros até 2021. Esta será uma boa solução para resolver os problemas causados pela destinação inadequada destes materiais. Mas, para que bons resultados sejam alcançados, é importante que os pontos que compõe esta rede tenham um formato de funcionamento que seja atraente aos usuários e estejam bem localizados dentro da área urbana.

No que se refere à atratividade, concluiu-se que as principais características, modo de funcionamento, e um leiaute do PEV apresentados no item 7.3, trarão bons resultados, mas deve-se considerar que poderão ser feitas adaptações às condições regionais. De forma resumida pode-se dizer que os PEV devem: ser controlados por atendentes; receber quase todo tipo de material reciclável de pequenos geradores; funcionar 24 horas para recebimento de recicláveis comuns e ter horário ampliado em relação ao comercial para os demais resíduos; e, disponibilizar um sistema de coleta agendada para pequenos geradores que não tem condições de levar RCD e volumosos até o PEV.

Com relação à quantidade de PEV a implantar, concluiu-se que cada unidade deve atender aproximadamente 25 mil habitantes e que a distância a percorrer até o PEV deve, preferencialmente, ser menor que 2 km.

Quanto aos principais critérios na definição dos locais adequados para a implantação dos PEV deve-se dar preferência à: áreas públicas; locais onde já ocorre descarte irregular ou áreas próximas; pontos com facilidade de acesso viário; áreas planas ou com declividades menores que 12%; locais com ausência de barreiras naturais e boa visibilidade.

A partir destas conclusões e o emprego da técnica de sobreposição de camadas ou mapas num sistema de informações geográficas (SIG) foi desenvolvido o modelo de apoio para a localização dos PEV.

O modelo proposto compreende quatro etapas para a definição dos locais de instalação dos PEV nos municípios. Na primeira etapa é feita a determinação do número aproximado de PEV a instalar; a 2^o etapa é a elaboração do mapa de restrições; a 3^a é a escolha do locais para implantação dos PEV; e, finalmente na 4^a é feita a avaliação dos resultados obtidos.

O modelo foi testado na cidade de Ponta Grossa no Paraná que tem aproximadamente 337 mil habitantes e área urbana de 199 km². Para tais números foi calculada uma quantidade de 16 PEV.

Com auxílio do *software* SIG e mapas coletados junto à prefeitura do município e em outros órgãos governamentais elaborou-se o mapa de áreas de restrições à implantação dos PEV.

A distribuição dos PEV é feita a partir de um ou mais pontos pré-selecionados para local de instalação, que obviamente não podem estar dentro das áreas de restrição. Foram pré-selecionados quatro locais e a distribuição dos demais pontos foi feita sobre um mapa com a sobreposição das áreas de restrição, da localização dos terrenos públicos que poderiam ser utilizados, dos pontos onde ocorrem deposições irregulares de RCD, das declividades favoráveis e uma base viária.

O emprego do modelo na cidade de Ponta Grossa se mostrou eficiente e a definição dos pontos foi fácil e rápida. Dos locais escolhidos, 14 são terrenos públicos e dois são locais que a prefeitura aluga e cede para uso de associações de catadores.

Na avaliação dos resultados obtidos verificou-se que praticamente toda a área urbana do município (70%) foi atendida com distância de transporte até 2 km. As áreas não atendidas com esta distância são regiões como o Distrito Industrial e outras nas quais não existem vias públicas e quase não estão habitadas, portanto não se justifica a instalação de PEV.

Uma avaliação mais precisa dos resultados obtidos na distribuição da rede de PEV só será possível após a instalação e o acompanhamento do funcionamento por um período de alguns anos. Entretanto, acredita-se que todos os objetivos propostos tenham sido alcançados.

Ressalta-se que o sucesso deste tipo de empreendimento está relacionado a questões de natureza cultural. Para que a população de um município assimile a prática de utilização deste tipo de equipamento urbano são necessárias ações do poder público que promovam a inserção da problemática ambiental relacionada aos PEV na cultura local.

Durante o estudo verificou-se que na maioria das cidades não existem pesquisas a respeito do RCD gerado. Como sugestão para a realização de trabalhos que podem complementar ou ir além deste estudo podem ser medidas as quantidades de RCD nos diversos tipos de obras: construção, reformas, ampliações. Este acompanhamento pode ser feito de diversas formas: diretamente nas obras; em empresas que fazem a coleta dos materiais; em locais onde é feita a triagem ou a reciclagem dos resíduos. É importante considerar as diversas classificações do RCD, as facilidades e dificuldades encontradas para reciclagem e o acompanhamento até o destino final dos resíduos.

Nas cidades onde já existem PEV e onde estão sendo instalados é importante realizar acompanhamentos a respeito dos resíduos entregues, da forma de entrega, das quantidades, da separação e da destinação a partir do PEV.

Finalmente sugere-se que o modelo proposto seja aplicado em outras cidades, de diferentes tamanhos e características geográficas com o intuito de verificar sua eficiência e confirmar a facilidade de uso. Espera-se que outros trabalhos e novos conhecimentos possam surgir a partir desta iniciativa, visando o bem-estar das pessoas e o desenvolvimento das cidades.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRECON - Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. Relatório 1: Pesquisa Setorial 2013 ABRECON**. Coordenação: Leonardo F.R. Miranda. São Paulo: ABRECON; Universidade Federal do Paraná, 2013. 16p.

AGUASPARANÁ – Instituto das Águas do Paraná. **Mapas e dados espaciais**. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>>. Acesso em fev. 2015.

ANGULO, S. C. **Gerenciamento e Reciclagem de Resíduos de Construção & Demolição no Brasil**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Disponível em <http://www.ablp.org.br/pdf/Sergio_Angulo.pdf>. Acesso em: jan. 2014.

ANGULO, S.C.; TEIXEIRA, C. E.; CASTRO, A. L.; NOGUEIRA, T. P. **Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação**. Engenharia Sanitária e Ambiental. v.16, n.3, p. 299-306. Rio de Janeiro jul./set. 2011.

BANCO DO BRASIL. **Diretrizes de Sustentabilidade**. Banco do Brasil para o Crédito. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/DirConstrCivil.pdf>> Acesso em: ago. 2014.

BATISTA, I. L.; SALVI, Rosana Figueiredo; LUCAS, L. B. **Modelos científicos e suas relações com a epistemologia da ciência e a educação científica**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 2011, Campinas. VIII ENPEC I CIEC, v. 1. p. 1-10, 2011.

BEM, F. **Técnica de *brainstorm***. Portal Comunicação e Comportamento. Disponível em: <http://www.seducaoecomportamento.com.br/tecria_09.htm>. Acesso em: out. 2014.

BLOGOBOSOFIA. **¿Cómo funciona un punto limpio?**. Disponível em: <<http://bloglobosofia.blogspot.com.br/2008/07/cmo-funciona-un-punto-limpio.html>>. Acesso em: jan. 2014.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº 136, Seção 1, p. 95-96, 17 de julho de 2002.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004.** Altera a Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Publicada no DOU nº 158, de 17 de agosto de 2004.

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 União, Brasília, 3 ago. 2010a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos.** Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil (BRA/OEA/08/001). Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente Brasília – DF. 2010b.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO. **Resolução nº 04, - Dispõe sobre a Aprovação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e dá outras providências,** 15 de dezembro de 2010c.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011.** Altera o art. 3º da Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. Publicada no DOU nº 99, de 25 de maio de 2011.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução Nº 448, de 18 de janeiro de 2012.** Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Publicada no DOU Nº 14, de 19 de janeiro de 2012a.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais.** Brasília. Fev. 2012b.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação.** Brasília, 2012c.

BRASIL, Ministério dos Transportes. **Apostila SIGPAC.** Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/01-inicial/sig.html> Acesso em nov. 2014.

BRINGUENTI, J. R.; SILVA, W. R.; LAIGNIER, I. T. R. **Gerenciamento de pontos de lançamento irregular de resíduos sólidos urbanos em cidades.** Instituto Federal do Espírito Santo. Artigo apresentado no XXXIV Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Monterrey – México, 2014.

CABRAL, R. E.; BETIM, L. S.; LOPES, SOUZA, R. L. M. **Panorama da destinação dos resíduos de construção civil nos municípios do estado de Minas Gerais.** V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/III-024.pdf>>. Acesso em: jul. 2015.

CARELI, É. D. **A Resolução Conama nº307/2002 e as novas condições para gestão de resíduos de construção e demolição**. Dissertação de mestrado. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Paulo. 2008.

CIDADES DO BRASIL. **Programa para reciclar entulhos de Construção Civil substitui a areia e a brita em obras de manutenção de Belo Horizonte**. Editora e Revista Cidades do Brasil. Curitiba. Edição 41, maio de 2003.

CMF - CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Câmara aprova lei que proíbe circulação de veículos de tração animal em Florianópolis**. Disponível em: <<http://www.cmf.sc.gov.br/noticias/3ac34975-1a61-4ac4-975e-c0581691d06e>>. Acesso em: ago. 2015.

COMCAP - Companhia Melhoramentos da Capital. **Implantação de ponto de entrega voluntária para recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil e volumosos, na área continental do município de Florianópolis**. Anexo I do Regulamento nº 003/2011- Chamada Pública – Fundo Socioambiental CAIXA. Setembro de 2011.

CONDE, M. E. **Sig, sistemas de información geográfica**. Técnicas Informáticas aplicadas a la Computación. Tecnología Educativa - Inst. Sacratísimo Corazón de Jesus. 2010. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/sacra07/sig-sistemas-de-informacin-geografica?related=2>> Acesso em: nov. 2014.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. **Directiva 2008/98/CE**. Disponível em <<http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/index.htm>>. Acesso em: jan. 2014.

CUNHA JÚNIOR, N. B. (coord.). **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. SINDUSCON-MG. 38p. 2005.

DALMÁS, F. B. **Geoprocessamento aplicado à gestão de resíduos sólidos urbanos na UGRHI-11 - Ribeira de Iguape e Litoral Sul**. 2008. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44137/tde-11112008-114002/>>.
Acesso em out. 2014.

DANTAS, G. H. G. **Metodologia para escolha de sistemas de tratamento de esgoto doméstico para comunidades nucleadas pelo exército brasileiro.** Dissertação de mestrado. UFPR. Curitiba, 2003.

DEMESOUKA, O. E.; VAVATSIKOS, A. P.; ANAGNOSTOPOULOS, K. P. **GIS-based multicriteria municipal solid waste landfill suitability analysis: A review of the methodologies performed and criteria implemented.** Waste Management & Research. V. 32(4) p. 270-296. 2014.

EPDHK - Environmental Protection Department - Government of the Hong Kong. **Hong Kong Waste Treatment and Disposal Statistics.** Disponível em <<http://www.epd.gov.hk>>. Acesso em: dez. 2012.

ESPORMADRID. **Puntos limpios fijos e móviles.** Disponível em: <<http://www.espormadrid.es/2008/11/puntos-limpios-fijos-y-mviles-en-el.html>>.
Acesso em: mar. 2014.

ESRI. **ArcGIS Resources: ArcGIS 10.2.2 Help Library.** Disponível em: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#//00qn0000001p000000>.
Acesso em ago. 2014b.

ESRI. **What is GIS?** Disponível em: <http://www.esri.com>. Acesso em: mar. 2014a.

FERREIRA, J. C. M. **A importância da engenharia no desenvolvimento das nações.** Disponível em: <<http://www.creadigital.com.br/porta1?txt=377731353337>>.
Acesso em: out. 2014.

GIOVINAZZO, R. A.; FISCHMANN, A. A. **Delphi eletrônico: uma experiência de utilização da metodologia de pesquisa e seu potencial de abrangência regional.** Trabalho apresentado no XIV Congresso Latinoamericano de Estratégia. Buenos Aires, Argentina. 17 a 19 de maio de 2001.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOUNARIDIS, D.; ZAIMES, G. N. **GIS-based multicriteria decision analysis applied for environmental issues; the Greek experience**. International Journal of Applied Environmental Sciences. V.7.3 p.307. July 2012.

HOKKANEN, J.; SALMINEN P. **Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis**. European Journal of Operational Research. n. 98, p. 19-36. 1997

IBGE. **Brasil - Projeção da população por sexo e idades simples, em 1º de julho - 2000/2060**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_População/2013>. Acesso em: fev. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411990>>. Acesso em: ago. 2015.

JRC, IES - JOINT RESEARCH CENTRE, INSTITUTE for ENVIRONMENT and SUSTAINABILITY. **Supporting Environmentally Sound Decisions for Construction and Demolition (C&D) Waste Management - A practical guide to Life Cycle Thinking (LCT) and Life Cycle Assessment (LCA)**. European Commission. Luxembourg: Publications Office of the European Union. European Union, 2011.

JUSTI, R. **La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos**. Enseñanza de las Ciências, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Série de Publicações Temáticas do CREA-PR. 2009.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3ª ed. Editora Bookman. Porto Alegre, 2013.

LU, W.; YUAN, H. **Off-site sorting of construction waste: What can we learn from Hong Kong?** Resources, Conservation and Recycling 69 p.100–108, 2012 .

MALCZEWSKI, J. **Gis and multicriteria analysis**. John Wiley & Sons Inc. New York, 1999.

MALCZEWSKI, J. **GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature**. International Journal of Geographical Information Science, V.20, ed. 7, pp. 703-726. 2006.

MÁLIA, M.; BRITO, J.; BRAVO, M. **Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais novas**. Revista Ambiente Construído, v. 11, n. 3, p. 117-130, jul./set, Porto Alegre, 2011.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: mar. 2015.

MITCHELL, A. **The Esri guide to gis analysis: modeling suitability, movement, and interaction**. Volume 3. Redlands, California: Esri Press, 2012.

MONTANA, P. J.; CHARNOV, B. H. **Administração**. Tradução: Cid K. Moreira. Revisão técnica: Álvaro Pequeno da Silva. 2ª ed. São Paulo, 2006.

MPGO – Ministério Público de Goiás. **Gestão e Manejo de Resíduos da Construção Civil no Brasil**. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_27.pdf>. Acesso em: abr. de 2014

NYCG - New York City Government. Department of Design and Construction. **Sustainable Design, Reports and Manuals.** Disponível em: <<http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/waste.pdf>>. Acesso em: dez. 2013a.

NYCG - New York City Government.. Department of Design and Construction. **Sustainable Design, Specifications.** Disponível em: <<http://www.nyc.gov/html/ddc/html/design/specwaste.shtml>>. Acesso em: dez. 2013b.

NYSDEC - New York State Department of Environmental Conservation. **Construction and Demolition Debris Processing Facilities.** Disponível em <<http://www.dec.ny.gov>> Acesso em: dez. 2013a.

NYSDEC - New York State Department of Environmental Conservation. Division of Materials Management. Solid Waste Management Facilities. **C&D processing - registration.** Disponível em <http://www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/cdlist.pdf>. Acesso em: dez. 2013b.

NYSDEC - New York State Department of Environmental Conservation. Division of Materials Management. Solid Waste Management Facilities. **Landfill - construction and demolition debris.** Disponível em: <http://www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/cddproregist.pdf>. Acesso em: dez. 2013c.

OLIVEIRA, J. S. P.; COSTA, M. M.; WILLE, M. F. C. **Introdução ao método Delphi.** Colaboração: MARCHIORI, P. Z. Curitiba: Mundo Material, 2008.

PARANACIDADE. **Densidade demográfica municípios.** Disponível em: <<http://www.paranacidade.org.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=56>>. Acesso em mai. 2015.

PBH/SLU. **Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV).** Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br>>. Acesso em: abr. 2014.

PERDIGÃO, J. G. L.; FULGÊNCIO, E. V.; SOUSA, S. A. S.; MAGALHÃES NETO, J. B.; DORNELAS, J. S. **Processo decisório: um estudo comparativo da tomada de decisão em organizações de segmentos distintos**. IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende-RJ, 2012. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/artigos12/7416262.pdf>>. Acesso em: set. 2014.

PEREIRA, L. C.; TOCCHETTO, M. R. L. **Resíduos: “É preciso inverter a pirâmide – reduzir a geração”!** Artigo disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/residuos: %E2%80%9Ce preciso inverter a piramide %E2%80%93 reduzir a geracao%E2%80%9D!.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/residuos:%E2%80%9Ce%20preciso%20inverter%20a%20piramide%20reduzir%20a%20geracao%E2%80%9D!.html)> Acesso em: out. 2011.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. L. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. v. 1. 196 p. CAIXA, 2005.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1999.

PNUMA. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão**. Disponível em: <[http://www.unep.org.br/admin/publicacoes/texto/1101-GREENECONOMY-synthesis_PT - online version.pdf](http://www.unep.org.br/admin/publicacoes/texto/1101-GREENECONOMY-synthesis_PT_-_online_version.pdf)>. Acesso em: set. 2011.

POON, C. S.; YU, A. T. W.; NG, L. H. **On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong**. Resources, Conservation and Recycling. Volume 32, p. 157–172. 2001.

PORTAL SÃO MIGUEL PAULISTA. **Prefeitura entrega ecoponto na zona leste**. São Paulo. 07/02/2006. Disponível em: <[http://www.saomiguelpaulista.com.br/portal/index.php?secao=news&id_noticia=173 &subsecao=4](http://www.saomiguelpaulista.com.br/portal/index.php?secao=news&id_noticia=173&subsecao=4)> Acesso em: jan. 2015.

PREFEITURA DE MADRID. **Puntos Limpios** Disponível em: <<http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Buscador-Simple/Puntos-limpios>>. Acesso em: jan. 2014.

PMC – PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Proposta da Prefeitura quer proibir uso de veículos de tração animal.** Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/proposta-da-prefeitura-quer-proibir-uso-de-veiculos-de-tracao-animal/36611>. Acesso em: ago. 2015.

PMN – PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL. **Prefeitura apresenta proposta para proibição de veículos de tração animal.** Disponível em: <<https://natal.rn.gov.br/noticia/ntc-21703.html>>. Acesso em: ago. 2015.

PMPG – PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTA GROSSA. **A cidade.** Disponível em: <<http://www.pontagrossa.pr.gov.br/acidade>>. Acesso em jan. 2014.

PMPG – PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTA GROSSA. **Geoportal.** Disponível em: <http://geo.pontagrossa.pr.gov.br/portal/arquivos_shp>. Acesso em fev. 2015.

PMSP - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **ECOPONTO - Estação de Entrega Voluntária de Inservíveis.** Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/amlurb/ecopontos>>. Acesso em: abr. 2014.

PMSP- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Lei Municipal Nº 11.887, de 21 de setembro de 1995 – Legislação Municipal.** Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/legislacao/index.php?p=6443>>. Acesso em: ago. 2015.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. **Modelo Tecnológico para manejo de resíduos sólidos.** Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/modelo-tecnologico-para-manejo-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: fev. 2016.

RAMOS, R. A. R. **Localização industrial: um modelo espacial para o noroeste de Portugal**. Tese de doutorado. Universidade do Minho – Escola de Engenharia. Braga, 2000.

RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A. M. **O apoio multicritério à decisão na avaliação de candidatos**. Produção. v. 20, n. 1, p. 92-101, 2010.

RISCADO, A.; BADEJO, L. **Teoria e práticas em construções sustentáveis no Brasil - Elementos e Sistemas: Resíduos**. ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade / SEA - Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro. 2010. Repositório do Instituto Nacional de Tecnologia. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/376>>. Acesso em: mar. 2015.

ROBBINS, S. P. **Administração: mudanças e perspectivas**. São Paulo: Saraiva, 2006.

RUBERG, C.; OLIVEIRA C. A. C.; VASCONCELOS, L. S.; VIANA NETO, L. A. C.; LIMA S. A. **Análise do ciclo de vida na construção civil: investigações na fabricação de cimento, blocos cerâmicos e de concreto**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe. Artigo apresentado no XXXIV Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Monterrey – México, 2014.

SANTOS, M. M. **Resíduos de Construção e Demolição**. 2010. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/mmendes81/resduos-de-construo-e-demolio>>. Acesso em: jan. 2014.

SENADO FEDERAL. **Plenário aprova mais prazo para o fim dos 'lixões'**. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br//institucional/presidencia/noticia/renan-calheiros/plenario-aprova-mais-prazo-para-o-fim-dos-2018lixoes2019>>. Acesso em: ago. 2015.

SILVA, J. Q.; PASSOS, A. C.; ROCHA M. M. **Localização de indústria de esmagamento de soja usando análise de decisão multicritério apoiada em sistema de informação geográfica.** 42º Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Anais XLII SBPO. Bento Gonçalves, 2010.

SILVA, M. C. G. **Utilização do método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* para localização de usina de reciclagem de resíduos da construção civil.** Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia de produção – UTFPR. 2012.

SLUBH - Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte. **Programa de reciclagem de entulho de construção civil de Belo Horizonte.** Palestra da Diretoria de Operações do Departamento de Tratamento e Disposição de Resíduos. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ominassemlixoes/palestra-slu>>. Acesso jan. 2015.

SPOSTO, R. M. **Os resíduos da construção: problema ou solução?** Revista Espaço Acadêmico n° 61, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/061/61sposto.htm>>. Acesso em: out. 2012.

STACZUK, M. E. **Ponta Grossa, no Paraná, registra recorde em área liberada para construção.** Revista PINI. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/>>. Acesso em: mar. 2015.

STAR, J.; ESTES, J. **Geographic information systems: An introduction.** Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 303 p. 1990.

STONER, J A. F.; FREEMAN, R. E. **Administração.** Rio de Janeiro: PHB, 1992.

UKG - United Kingdom Government. **Multi-criteria analysis: a manual.** Communities and Local Government Publications. London, 2009. Disponível em: http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7612/1132618.pdf. Acesso em out. 2014.

ZAMBON, K. L.; CARNEIRO A. A. F. M.; SILVA, A. N. R.; NEGRI, J. C. **Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG.** Pesquisa Operacional, v.25, n.2, p.183-199, Maio a Agosto de 2005.

ZEROR. **Vista geral da usina de RCD.** Fotografia. Disponível em: <<http://www.zeror.com.br/servicos-prestados/reciclagem-de-residuos-de-construcao-civil/>>. Acesso em: out. 2013.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO GESTORES DE PEV

IDENTIFICAÇÃO

Município:.....

Órgão:.....

Nome do responsável:.....

Telefone:..... E-mail:.....

Quanto ao modelo e dimensionamento:

1- Qual o motivo da implantação dos PEV?

2- Foi feito algum diagnóstico do município sobre RCD? (número de geradores; quantidade gerada; tipos de resíduos; locais de destinação; etc.)

3- Os PEV construídos tiveram como base algum modelo?

sim	não
-----	-----

4- Qual?

5- Quais as dimensões do PEV?

6- Quanto ao tamanho atual?

Não atende	Muito pequeno	Pequeno	Atende	Grande	Muito Grande

7- Se a resposta não for “atende”, quais seriam as dimensões ideais?

Quanto à quantidade de PEV:

8- Qual a quantidade atual?

9- Quantos estão previstos?

10- Qual foi o critério para determinar o número de PEV a serem instalados?

11- A quantidade é adequada?

12- Qual a frequência de instalação de novas unidades?

Quanto à localização:

13- Quais foram os critérios considerados na escolha dos locais de instalação dos PEV?

14- A localização atual dos PEV é adequada?

15- Existem problemas em relação aos locais escolhidos?

Quanto ao recebimento de resíduos:

16- Quais tipos de resíduos podem ser entregues?

- 17- Os geradores levam outros tipos de resíduos?
- 18- Considera que deveriam ser recebidos outros tipos de resíduos? (por ex. os da logística reversa como pneus, embalagens, pilhas e baterias, óleos minerais e vegetais, etc?)
- 19- Quem pode levar resíduos?
- 20- Quais quantidades podem ser deixadas?
- 21- Tais quantidades atendem à demanda?
- 22- Quais tipos de depósitos são utilizados para receber os diferentes tipos de resíduos?
- 23- Os depósitos estão adequados?
- 24- Existem exigências quanto ao tipo do meio de transporte dos resíduos até o PEV?

sim	não
-----	-----
- 25- Qual o motivo?
- 26- Quem cuida do local?
- 27- Qual o horário de funcionamento?
- 28- O horário de atendimento é adequado?
- 29- Quais os volumes coletados e com que frequência são removidos?
- 30- Existe um sistema de coleta junto ao gerador?
- 31- Existe algum tipo de incentivo para a entrega dos resíduos?

sim	não
-----	-----
- 32- Como funciona?

Quanto à destinação dos resíduos:

- 33- Qual a destinação dos resíduos recebidos?
- 34- Está adequado?

sim	não
-----	-----
- 35- Quais as dificuldades?

Avaliação do sistema:

- 36- Como considera o funcionamento deste sistema de coleta de resíduos recicláveis?

Não funciona	Funciona mal	Poderia melhorar	funciona	Funciona bem	Funciona muito bem

- 37- Faria algum tipo de mudança para melhorar?

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PEQUENOS GERADORES DE RCD

IDENTIFICAÇÃO

Nome:.....

Endereço:.....

Tempo na residência:.....

Telefone:..... E-mail:.....

Quanto ao tipo de obra e resíduos gerados

- 1- Que tipo de obra está realizando? (m²)
- 2- Qual foi (será) o tempo para realização da obra?
- 3- Quais os tipos de resíduos gerados?
- 4- Qual a quantidade de resíduos gerados?
- 5- Você vai separar os resíduos por tipo? (alvenaria, madeira, plástico, metal, vidro, gesso, telhas etc.).
- 6- Considera que esta separação deve ser feita depois?
- 7- Além dos resíduos de construção quais outros resíduos você pretende eliminar junto com estes?
- 8- Como serão acondicionados os resíduos?

Quanto à destinação e transporte dos resíduos

- 9- Qual será a destinação dos resíduos gerados na obra?
- 10- Qual a distância do local onde serão levados os RCD?
- 11- De que forma irá transportar até o local?

Quanto aos costumes em relação aos resíduos recicláveis

- 12- Existe algum sistema de coleta de resíduos recicláveis?
- 13- Você costuma separar resíduos recicláveis?
- 14- Você leva até algum local?
- 15- Existem locais para coleta de resíduos recicláveis próximos à sua residência?

Quanto à possibilidade de utilização de um ponto de entrega voluntária de resíduos

- 16- Você levaria os resíduos de construção até um ponto de entrega voluntária?

- 17- Levaria outros tipos de resíduos recicláveis?
- 18- Como faria para transportar?
- 19- Qual seria o dia e o horário adequado para fazer este serviço?
- 20- Você considera que alguém deveria fazer a coleta destes materiais?
- 21- Como você acha que deveria ser feita esta coleta?
- 22- Se houvesse um incentivo para levar os resíduos de construção até o PEV, como vale transporte, desconto para compra de materiais de construção, no supermercado ou no IPTU, faria diferença?

Quanto à contratação de empresa especializada na coleta de RCD

- 23- Pensou em contratar o serviço de caçamba (disk entulho)?
- 24- Caso não tenha contratado, qual o motivo?
- 25- Quanto você pagaria para a remoção da quantidade gerada neste serviço?

Quanto à obra

- 26- Há um engenheiro responsável pela obra?
- 27- Existem projetos da obra?
- 28- A obra tem ART?
- 29- Existe alvará na Prefeitura?

APÊNDICE C - PESQUISA DELPHI COM ESPECIALISTAS

Composta de:

- 1- **Carta convite** (página 166)
- 2- **Ficha de identificação** (página 167)
- 3- **Questionário inicial** (página 168)
- 4- **Questionário – 2ª rodada** (página 174)



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUCPR
ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN E ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA – PPGTU**

Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho - Cx. Postal: 16210 CEP: 80215-901 - Curitiba - PR
Telefone e Fax: (055 41) 3271-2623 E-mail: gestaourbana@pucpr.br

Carta Convite

O Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana da PUCPR tem a honra de convidá-lo (a) para participar de uma pesquisa na qualidade de especialista na área.

A pesquisa é parte integrante de uma tese que visa à elaboração de um modelo de apoio para a definição da localização de Pontos de Entrega Voluntária – PEV para pequenos geradores de resíduos de construção e demolição - RCD.

O questionário tem como finalidade orientar a definição de um modelo de PEV que contenha atributos que o tornem atrativo aos pequenos geradores de RCD e de outros tipos de resíduos recicláveis.

A pesquisa tem como características essenciais a troca de informações e opiniões entre os respondentes, o anonimato das respostas, e a possibilidade de revisão de visões individuais diante dos argumentos dos demais respondentes, com base em uma representação estatística da visão do grupo.

A 1ª rodada de questões será sucedida por outra até que seja atingido um grau satisfatório de convergência. No mínimo, duas rodadas são necessárias para caracterizar o processo.

Prezado(a) colega, sua participação é de fundamental importância para o enriquecimento da pesquisa. Contamos com sua colaboração que será devidamente valorizada e mencionada ao final do trabalho.

Cordiais Saudações

Doutorando: Lúcio Marcos de Geus, Eng.º Civil e professor do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR. E-mail: lmgeus@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Carlos Mello Garcias, Eng.º Civil e professor nos Cursos de Engenharia Civil, Engenharia Ambiental e no Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana da PUCPR.
E-mail: carlos.garcias@pucpr.br



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUCPR
ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN E ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA – PPGTU**

Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho - Cx. Postal: 16210 CEP: 80215-901 - Curitiba - Paraná
Telefone e Fax: (055 41) 3271-2623 E-mail: gestaourbana@pucpr.br

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

Preencha, complete ou corrija os espaços delimitados com a informação solicitada.

DADOS PESSOAIS:

Nome:

Idade:

e-mail:

Telefones:

DADOS RELACIONADOS À FORMAÇÃO:

Formação:

Ano de conclusão:

DADOS RELACIONADOS À SUA ÁREA DE ATUAÇÃO / ATIVIDADE:

Atividade principal:

Local de trabalho:

Cargo/função:

Outra atividade:

Local de trabalho:

Cargo/função:

INFORMAÇÕES IMPORTANTES:

Espaço para escrever outras informações que considerar importantes:



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUCPR
ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN E ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA – PPGTU**

Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho - Cx. Postal: 16210 CEP: 80215-901 - Curitiba - PR
Telefone e Fax: (055 41) 3271-2623 E-mail: gestaourbana@pucpr.br

Pesquisa com questionário DELPHI: Especialistas

Assunto: Pontos de Entrega Voluntária de Resíduos de Construção Civil e outros resíduos recicláveis.

Introdução:

Já existem municípios brasileiros com PEV em funcionamento e outros com projetos em andamento para implantação. A finalidade da pesquisa é a definição de um modelo de PEV que contenha atributos que o tornem atrativo aos pequenos geradores de Resíduos de Construção e Demolição - RCD e outros tipos de recicláveis, isto é, adequado para o cumprimento de suas finalidades.

Sobre o questionário:

São 21 questões com múltipla escolha e opção para apresentar outra solução. Em muitas delas pode-se escolher mais de uma opção como solução conveniente. Marque um **X** na(s) opção(ões) escolhida(s).

QUESTÕES:

1. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela lei 12.305/2010, prevê a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) nos municípios brasileiros para que pequenos geradores levem até estes locais resíduos de construção e demolição (RCD) e outros tipos de resíduos recicláveis. Você considera que esta solução:

() é adequada;

() não é adequada

Se escolheu a segunda alternativa, por favor, justifique:

2- Quanto aos tipos de resíduos que os PEV devem receber (marque as opções que achar adequadas):

- resíduos de construção e demolição (RCD)
- móveis e equipamentos domésticos;
- peças e embalagens de madeira;
- galhos e restos de podas e limpeza de jardim e outros assemelhados;
- papel e papelão;
- plásticos;
- metais;
- vidros;
- pneus;
- lâmpadas comuns
- lâmpadas fluorescentes;
- resíduos de informática;
- pilhas e baterias;
- óleo mineral;
- óleo vegetal;
- todo tipo de resíduo que possa ser reciclado desde que não orgânico;
- materiais orgânicos;
- outros (relacionar):

3- Quanto à forma de transporte de resíduos até o PEV.

3.1- O emprego de veículos com tração animal (escolha uma opção):

- deve ser permitido
- não deve ser permitido;
- outra consideração. Descrever:

3.2- O transporte pode ser feita por (escolha as opções que achar adequadas):

- veículos não motorizados (carrinhos de mão, outros tipos com tração humana);
- veículos particulares e de pequeno porte (até camionetes);
- veículos particulares de qualquer porte (inclusive caminhões);
- veículos de aluguel de pequeno porte (até camionetes);
- veículos de aluguel de qualquer porte (inclusive caminhões);
- outra forma descrever:

4- Quanto à quantidade de RCD recebida no PEV. Marque a forma que achar adequada:

- até 0,5m³ por: obra por: semana; por dia
- até 1,0m³ por: obra por: semana; por dia
- até 2,0m³ por: obra por: semana; por dia
- outra forma descrever:

5- Quanto ao recebimento dos resíduos no PEV (escolha uma opção):

- não há necessidade de pessoal para controle. Depósitos contendo indicação de tipo de resíduo a ser colocado e um processo de educação da população são suficientes para um bom funcionamento;
- com atendente(s) para controle da origem, tipos e quantidades de resíduos;
- outra forma descrever:

6 – Caso considere necessário pessoal para atendimento dos PEV (escolha uma opção):

- o(s) atendente(s) deve(m) ser funcionário(s) da prefeitura;
- o(s) atendente(s) deve(m) ser funcionário(s) da empresa contratada pela prefeitura para realização dos serviços de limpeza pública;
- o(s) atendente(s) deve(m) estar vinculado(s) à uma associação de catadores de recicláveis que será responsável pelo funcionamento do PEV;
- outra forma descrever:

7 – Quanto aos horários de funcionamento dos PEV (escolha uma opção):

- sem atendentes portanto sempre aberto;
- horário comercial;
- de segunda a sexta das 8 às 20h; sábados: 8 às 18h domingos e feriados: 8 às 12h
- outra forma descrever:

8 – Quanto aos usuários que podem entregar resíduos (escolha as opções que achar adequadas):

- pessoas físicas;
- pessoas jurídicas desde que não sejam resíduos de suas atividades;
- outra, descrever:

9- Sobre a definição do número de PEV no município:

9.1- Em função do número de habitantes atendidos por PEV (escolha uma opção):

- 1 para cada 15 mil hab.
- 1 para cada 25 mil hab.
- 1 para cada 40 mil hab.
- outra definição. Descrever:

9.2- Em função da distância a percorrer até o PEV (raio de abrangência) (escolha uma opção):

- 1 PEV para um raio de até 0,5 km
- 1 PEV para um raio de até 1,0 km
- 1 PEV para um raio de até 1,5 km
- 1 PEV para um raio de até 2,0 km
- 1 PEV para um raio de até 2,5 km
- outra definição. Descrever:

10- Quanto à localização dos PEV na área urbana:

- 10.1- Quanto à disponibilidade de áreas (escolha as opções que achar adequadas):
- deve-se dar preferência a locais onde já existe descarte irregular de resíduos;
 - os municípios não dispõem de espaço para este tipo de instalação;
 - deve-se prever no Código de Posturas dos municípios espaços públicos para este tipo de equipamento (PEV);
 - deve-se considerar somente a instalação em áreas públicas;
 - as prefeituras devem comprar/desapropriar terrenos baldios quando adequados;
 - outra consideração. Descrever:

10.2- Em relação às bacias hidrográficas (escolha uma opção):

- nos locais mais baixos das bacias para facilitar o transporte;
- a posição dentro das bacias não é importante.
- outra consideração. Descrever:

10.3- Quanto à via de acesso (escolha uma opção):

- pode estar em vias de qualquer categoria desde que permita acesso seguro aos usuários e a caminhões de grande porte para remoção dos resíduos;
- evitar vias arteriais da área urbana (causaria problemas ao trânsito);
- outra consideração. Descrever:

10.4- Quanto à declividade da via de acesso e/ou do local de instalação deve-se usar (escolha uma opção):

- somente em locais planos
- locais com declividades inferiores a 3%
- locais com declividades até 6% (rampa máxima via arterial)
- locais com declividades até 8% (rampa máxima via coletora)
- locais com declividades até 12% (rampa máxima vias locais)
- locais com declividades até 15%
- outra consideração. Descrever:

11- Considerações sobre os PEV

11.1- Você acredita que o cidadão irá levar até o PEV os RCD e outros resíduos recicláveis (escolha uma opção):

- sim;
- não pois a maioria não possui veículo adequado ou outro meio para transportar os resíduos ou não pode/quer fazer esforço;
- outra ideia. Descrever:

11.2- Deve ser dado algum tipo de incentivo para os geradores levarem os resíduos ao PEV (escolha uma opção):

- não, isto é um dever do cidadão;
- sim . De que forma? Descrever:

11.3- Além dos PEV estão previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos a instalação de Centros de Triagem e Usinas de Reciclagem de RCD para que funcione o sistema de captação de RCD e aconteça uma destinação final correta. Não seria melhor? (escolha uma opção):

instalar apenas alguns Centros de Triagem de grande capacidade com sistema de coleta em domicílio evitando assim a implantação de diversos PEV mais difíceis de controlar e manter (cada centro de triagem poderia evitar a instalação de 5 a 10 PEV)

não, o sistema de PEV já funciona em cidades como Belo Horizonte e São Paulo e é o caminho certo a ser seguido.

outra opção. Descrever:

11.4- Além do serviço de coleta de resíduos domésticos as prefeituras devem manter um serviço de coleta seletiva de recicláveis (escolha uma opção):

sim

não

não depois que forem instalados PEV

outra ideia. Descrever:

11.5- A coleta em domicílio de quantias pequenas de RCD acontece em algumas cidades como, por exemplo, Curitiba. O serviço é agendado pelo fone 156 da prefeitura. Este tipo de serviço (escolha uma opção):

deve ser prestado por todas as prefeituras gratuitamente;

deve ser realizado pela prefeitura mas, deve ser feita cobrança dos custos do serviço para não onerar os cofres públicos;

deve ser realizado por empresa particular com cobrança;

não deve existir;

outra opção. Descrever:

11.6- Um serviço de apoio à coleta junto ao gerador (inclusive de RCD) associado à atuação dos PEV com serviço de atendimento do tipo “disquerecycláveis” (escolha uma opção):

não funcionaria;

teria custo muito alto;

seria adequado, permitiria reduzir a quantidade de PEV e deveria ser gratuito;

seria adequado, permitiria reduzir a quantidade de PEV e deveria ser cobrado;

outra ideia. Descrever:

Obrigado por responder e nos doar parte de seu precioso tempo.

Assim que possível serão enviados os resultados e a nova rodada de questões.

Lúcio Marcos de Geus - Professor do Curso de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR. Doutorando do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana da PUCPR.

(42) 3220-3074 (42) 8404-0948 . E-mail: lmgeus@hotmail.com

Prof Dr. Carlos Mello Garcias. Professor dos Cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana da PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

(41) 3271 1598 (41) 9619 8125. E-mail: carlos.garcias@pucpr.br



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUCPR
ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN E ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA – PPGTU**

Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho - Cx. Postal: 16210 CEP: 80215-901 - Curitiba - PR
Telefone e Fax: (055 41) 3271-2623 E-mail: gestaourbana@pucpr.br

Pesquisa com questionário DELPHI: Especialistas

Caro especialista esta segunda etapa da pesquisa compreende duas partes:

1ª parte – é a 2ª rodada de questões (com 5 questões); e

2ª parte – no final deste documento é apresentado o tratamento estatístico dos dados coletados na rodada anterior

1ª parte: Considerações iniciais

Verificou-se pelas respostas e sugestões dos respondentes que não se pode generalizar um tipo de PEV e as demais características de funcionamento para todos os municípios brasileiros.

Entretanto, considerando que:

- 1- um dos objetivos desta pesquisa é obter parâmetros iniciais para estudos de implantação de PEV nos municípios;
- 2- algumas das questões que se referiam especificamente a este objetivo foram elaboradas permitindo uma ampla variabilidade de respostas com a finalidade de melhor observar qual seria a tendência do grupo;
- 3- nesta situação uma segunda rodada de questões é necessária.

Portanto, novas questões foram elaboradas a partir das tendências observadas nas respostas obtidas na fase inicial com a expectativa de se obter uma convergência das ideias captadas no estudo.

Para a obtenção de um número aproximado de PEV (que recebam RCD e outros tipos de resíduos recicláveis) a ser implantado num município, no questionário anterior foram considerados dois parâmetros:

- a- o número de habitantes atendidos
- b- a área de abrangência do PEV (ou distância a percorrer até ele)

1ª parte: Questões

Questão 1

Pode-se considerar (para fins de estudo inicial) 1 PEV para cada 25 mil habitantes:

- sim;
 não. Por quê?

Questão 2

Pode-se considerar (para fins de estudo inicial) um PEV para um raio de 2 km.

- sim;
 não. Por quê?

De acordo com algumas respostas, para complementar o estudo inicial devem ser considerados aspectos como:

Densidade populacional; quantidade de resíduos recicláveis gerada por região; barreiras naturais (rios, relevo, etc.) ou criadas pelo homem (ferrovias, rodovias, etc.) no acesso ao PEV

- outra ideia: Descrever:

Questão 3

Para estabelecimento de princípios na localização dos PEV nos municípios pode-se considerar os seguintes parâmetros:

Questão 3.1

Dar preferência a locais onde já existe descarte irregular de resíduos desde que não cause prejuízos ao meio ambiente.

- sim;
 não. Por quê?

Questão 3.2

Localizar o PEV em vias de qualquer categoria desde que tenha acesso seguro e não cause conflitos de trânsito:

- sim;
 não. Por quê?

Questão 3.3

Localizar o PEV preferencialmente em terrenos ou vias de acesso com declividades inferiores a 8% para facilitar o acesso de veículos e as manobras de carga e descarga;

- sim;
 não. Por quê?

Além destas considerações iniciais para localização, numa segunda etapa do estudo deve-se considerar:

- 1- o município deverá prever no Código de Posturas espaços públicos para este tipo de equipamento (PEV);
- 2- quando adequados, as prefeituras devem comprar/desapropriar ou contratar em forma de comodato terrenos baldios para este tipo de instalação;
- 3- parcerias público-privadas para instalação de PEV em supermercados, escolas, lojas de comércio materiais de construção, etc.

2ª parte:

A seguir estão apresentados os resultados estatísticos obtidos das respostas da 1ª rodada de questões

1- 92% dos respondentes consideram adequada a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) nos municípios brasileiros para que pequenos geradores levem até estes locais resíduos de construção e demolição (RCD) e outros tipos de resíduos recicláveis.

2- Quanto aos tipos de resíduos que os PEV devem receber foi verificado entre os que responderam as seguintes porcentagens:

85% - resíduos de construção e demolição (RCD)

48% - móveis e equipamentos domésticos;

63% - peças e embalagens de madeira;

40% - galhos e restos de podas e limpeza de jardim e outros semelhantes;

78% - papel e papelão;

78% - plásticos;

83% - metais;

78% - vidros;

33% - pneus;

30% - lâmpadas comuns

33% - lâmpadas fluorescentes;

35% - resíduos de informática;

35% - pilhas e baterias;

18% - óleo mineral;

33% - óleo vegetal;

38% - todo tipo de resíduo que possa ser reciclado desde que não orgânico;

3% - materiais orgânicos;

5% - apontaram a inclusão de isopor;

5% - julgaram que os tipos de materiais recebidos dependem do nº de habitantes e características da cidade.

3- Quanto à forma de transporte de resíduos até o PEV.

3.1- O emprego de veículos com tração animal os respondentes consideram que:

30% deve ser permitido;

50% não deve ser permitido;

20% depende: do tamanho da cidade (sim nas pequenas até 20 ou 50 mil hab.); da região da cidade (sim na periferia de cidades grandes); dos costumes quanto ao emprego de animais nos transportes; de regulamentação.

3.2- Tipos adequados considerados pelos respondentes:

78% - veículos não motorizados (carrinhos de mão, outros com tração humana);

80% - veículos particulares e de pequeno porte (até camionetes);

53% - veículos particulares de qualquer porte (inclusive caminhões);

63% - veículos de aluguel de pequeno porte (até camionetes);

45% - veículos de aluguel de qualquer porte (inclusive caminhões);

4- Quanto ao volume de RCD que pode ser recebido de pequenos geradores nos PEV.

A resposta mais apontada é de que o volume máximo deve ser de 1m³ por dia.

A maioria considera que deve ser feito um controle semanal do volume entregue e, na média, julgam ser razoável receber um volume de até 2 m³ por semana

Uma parcela considerável (25%) julga que o limite deve ser por obra (endereço) e a maioria destes acredita que o volume máximo deve ser de 5 m³

5- 88% considera que no PEV deve ter atendente(s) para controlar a origem, tipos e quantidades de resíduos deixados.

6 – Entre os que consideram necessário pessoal para atendimento dos PEV:

Apenas 2% apontam que o(s) atendente(s) deve(m) ser funcionário(s) da prefeitura;

35% que o(s) atendente(s) deve(m) ser funcionário(s) da empresa contratada pela prefeitura para realização dos serviços de limpeza pública;

43% que o(s) atendente(s) deve(m) estar vinculado(s) à uma associação de catadores de recicláveis que será responsável pelo funcionamento do PEV;

20% - apontam combinações das duas anteriores ou ainda funcionários de empresas recicladoras que se responsabilizariam pelo PEV.

7 – Os respondentes opinam que o PEV deve estar aberto:

38% - no horário comercial;

40% - de segunda a sexta das 8 às 20h; sábados: 8 às 18h domingos e feriados: das 8 às 12h

13% - horários alternativos ampliados em relação à 2ª alternativa.

8 – Quanto aos usuários que podem entregar resíduos a porcentagem dos respondentes foi de:

98% - pessoas físicas;

40% consideraram que também pessoas jurídicas desde que não sejam resíduos de suas atividades;

5%: Outras considerações: prestador serviços para pequenos geradores.

9- Sobre a definição do número de PEV no município:

9.1- Em função do número de habitantes atendidos por PEV:

25% - 1 para cada 15 mil hab.

35% - 1 para cada 25 mil hab.

13% - 1 para cada 40 mil hab.

5% - 1 para cada 70 mil hab.

3% - relacionar à densidade da população;

5% - relacionar aos volumes de recicláveis gerados por região;

9.2- Em função da distância a percorrer até o PEV (raio de abrangência)

5% - 1 PEV para um raio de até 0,5 km

17% - 1 PEV para um raio de até 1,0 km

15% - 1 PEV para um raio de até 1,5 km

18% - 1 PEV para um raio de até 2,0 km

28% - 1 PEV para um raio de até 2,5 km

3% - 1 PEV para um raio de até 5 km;

11% - relacionar aos volumes de recicláveis gerados por região:

3% - depende do tipo da cidade

10- Quanto à localização dos PEV na área urbana:

10.1- Quanto à disponibilidade de áreas

58% - deve-se dar preferência a locais onde já existe descarte irregular de resíduos;

65% - deve-se prever no Código de Posturas dos municípios espaços públicos para este tipo de equipamento (PEV);

55% - as prefeituras devem comprar/desapropriar terrenos baldios quando adequados;

10% - parcerias público-privadas (supermercados, escolas, comércio materiais de construção, etc.); comodato.

10.2- Em relação às bacias hidrográficas (escolha uma opção):

25% - nos locais mais baixos das bacias para facilitar o transporte;

43% - a posição dentro das bacias não é importante.

30% - Respeitar áreas de preservação; estudar os possíveis impactos ambientais; os problemas de inundação nas áreas baixas; conhecer a realidade do município, próximo aos locais de geração.

10.3- Quanto à via de acesso (escolha uma opção):

63% - pode estar em vias de qualquer categoria desde que permita acesso seguro aos usuários e a caminhões de grande porte para remoção dos resíduos;

37% - evitar vias arteriais da área urbana (causaria problemas ao trânsito);

10.4- Quanto à declividade da via de acesso e/ou do local de instalação deve-se usar (escolha uma opção):

8% - somente em locais planos

25% - locais com declividades inferiores a 3%

20% - locais com declividades até 6% (rampa máxima via arterial)

15% - locais com declividades até 8% (rampa máxima via coletora)

15% - locais com declividades até 12% (rampa máxima vias locais)

7% - locais com declividades até 15%

10% - outra consideração. Descrever:

11- Considerações sobre os PEV

11-1 73% dos respondentes acredita que o cidadão irá levar até o PEV os RCD e outros resíduos recicláveis ;

20% - entre estes respondentes alguns acham que levarão só recicláveis e não RCD, outros julgam que será necessário um forte programa de educação ambiental;

11.2 - 58% julga não ser necessário dar incentivos para os geradores levarem os resíduos ao PEV, pois isto é um dever do cidadão;

42% acreditam que poderia haver descontos IPTU, na taxa de lixo, troca por alimentos, alguns destes preferem a aplicação de multas.

11.3- 80% julgam ser necessário que as prefeituras mantenham um serviço de coleta seletiva de recicláveis. Outros 15% não, depois que forem instalados os PEV.

11.4- A coleta em domicílio de volumes de até 0,5 m³ de RCD com agendamento na prefeitura:

35% - deve ser prestado por todas as prefeituras gratuitamente;

38% - deve ser realizado pela prefeitura, mas deve ser feita cobrança dos custos do serviço para não onerar os cofres públicos;

25% - deve ser realizado por empresa particular com cobrança;

11.5- Um serviço de apoio à coleta junto ao gerador (inclusive de RCD) associado à atuação dos PEV com serviço de atendimento do tipo “disquerecicláveis”

33% - seria adequado, permitiria reduzir a quantidade de PEV e deveria ser gratuito;

38% - seria adequado, permitiria reduzir a quantidade de PEV e deveria ser cobrado;

17% - Cobrar apenas o custo do transporte; fazer escala de transporte por região; gratuito por 5 anos; instruções no *website* da prefeitura

Obrigado por responder e nos doar parte de seu precioso tempo.

Lúcio Marcos de Geus - Professor do Curso de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR. Doutorando do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana da PUCPR.

(42) 3220-3074 (42) 8404-0948 . E-mail: lmgeus@hotmail.com

Prof Dr. Carlos Mello Garcias. Professor dos Cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana da PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

(41) 3271 1598 (41) 9619 8125. E-mail: carlos.garcias@pucpr.br

APÊNDICE D – QUADRO DE PARTICIPANTES DA PESQUISA DELPHI

	Especialista	Local de Trabalho	Função	Participação	
				1ª etapa	2ª etapa
1	Adler Antunes de Carvalho	PM São Paulo - SP	Autoridade Municipal de Limpeza Urbana	X	
2	Alceu Gomes de Andrade Filho	UEPG - PR	Prof.; Sec. Obras PMPG	X	X
3	Alex Kenya Abiko	USP - SP	Prof. Dr. da Politécnica	X	X
4	Ana Cláudia L. de Geus	SANEPAR - PR	Coordenadora de Planejamento	X	X
5	Andréia de Oliveira	PM Ponta Grossa - PR	Secretaria de Meio Ambiente	X	
6	Bernadete Brondani	PM Ponta Grossa - PR	Secretaria de Meio Ambiente	X	X
7	Bianca Tonus	UEPG - PR	Professor	X	X
8	Bianca Wurlitzer Castillo	PM Porto Alegre - RS	Secretaria Municipal do Meio Ambiente	X	X
9	Carlos Mello Garcias	PUCPR - PR	Prof. PPGTU, Eng ^a Civil e Eng ^a Ambiental	X	X
10	Carlos Roberto Balarim	UEPG - PR	Prof.; Planejamento da UEPG ; Sec. Obras PMPG	X	X
11	Edilberto Nunes de Moura	PUCPR - PR	Prof. PPGTU, Eng ^a Civil e Eng ^a Ambiental	X	X
12	Edilson Sebastião Roth Batista	UEPG - PR	Coord. Curso - Empresa Reciclagem	X	X
13	Eduardo Pereira	UEPG - PR	Professor	X	X
14	Élcio Carelli	Obra Limpa Consultoria em Gestão de RCC	Diretor	X	
15	Elcio Herbst	SENAI - PR	Consultor Técnico no SENAI-PR Curitiba	X	
16	Gabriela Mazureki Campos	UEPG - PR	Professora; Eng ^a Obras da COPEL	X	X
17	Gabrielle Fernandes Garratell	PM Porto Alegre - RS	Secretaria Municipal do Meio Ambiente	X	X
18	Giovana Katie Wiecheteck	UEPG - PR	Coord. Mestrado em Eng ^a Sanitária e Ambiental	X	X
19	Gustavo Kaminski	Ambiente Integral Proj. Ambientais - PR	Diretor	X	X
20	Helenton Carlos da Silva	UEPG - PR	Professor	X	X
21	Hélio Carlos Madalozo	UEPG - PR	Professor e diretor DNIT	X	X
22	Italo Sérgio Grande	UEPG - PR	Professor e Prefeito Campus	X	X
23	Ivanor Fantin	Sinduscon PR	Gestor de Logística Reversa de RCC do Paraná	X	
24	Joel Larocca Junior	UEPG - PR	Professor; Sec. Plan. PMPG	X	X
25	José Adelino Krüger	UEPG - PR	Professor	X	X
26	José Eduardo Lima Conter	PM Curitiba - PR	SEC. Meio Ambiente - MALP	X	
27	José Elias Adamovicz	PM Ponta Grossa - PR	Secretaria de Meio Ambiente	X	
28	Karina da Silva de Souza	PM Florianópolis - SC	Gerente da Divisão de Pesquisa e Projetos	X	X
29	Levi Torres	ABRECON - SP	Coordenador da ABRECON	X	
30	Loreley Motter Kikutí	PM Curitiba - PR	Sec. Meio Ambiente - Depto Parques e Praças	X	
31	Lucas Bastianello Scremin	IFSC - Campus Florianópolis - SC	Professor	X	X
32	Luiz Fernando Wagner	SANEPAR - PR	Engenharia	X	X
33	Marcus Nadal Borsato	Ponta Grossa Ambiental - PR	Diretor	X	X
34	Marcos Rogério Szeliga	UEPG - PR	Chefe depto Eng ^a Civil	X	X
35	Marcus Vinícius Nadal Borsato	Ponta Grossa Ambiental - PR	Diretor Presidente	X	X
36	Margolaine Giacchini	CESCAGE - PR	Coordenadora Curso Eng ^a Civil	X	X
37	Maria Esther de Castro e Silva	PM Belo Horizonte - MG	Superintendência de Limpeza Urbana	X	
38	Maria Magdalena Ribas Döll	UEPG - PR	Professora	X	
39	Mauricio Eduardo Gorigoitá Vega	PM Pomerode - SC	Secretário de Planejamento e Desenvolvimento	X	X
40	Patricia Krüger	UEPG - PR	Professora	X	X
41	Paulo Pinho	PM Florianópolis SC	Gerente Depto Técnico da COMCAP	X	
42	Rafael Mikami	UEPG - PR	Professor	X	X
43	Roberto Pellissari	AEAPG - PR	Presidente AEAPG	X	
44	Sidart Gaia	PM São José - SC	Secretário do Planejamento	X	X
45	Stanley Acioly de Lima	Universidade Federal Sergipe - SE	Mestrado Engenharia Civil	X	X
46	Valter Martins	PM Ponta Grossa - PR	Secretaria de Meio Ambiente	X	X
47	Vander Della Coletta	CREA-PR	Gerente - Regional Ponta Grossa	X	X
48	Vinício Bruni	Sec. Meio Ambiente - PR	Coordenadoria de Resíduos Sólidos	X	X
49	Viviane Graciela Conti	PM Londrina - PR	Analista Ambiental - Diretoria de Operações	X	

APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO IMPLANTAÇÃO DE PEV NAS ASSOCIAÇÕES DE CATADORES

IDENTIFICAÇÃO

Associação:

Responsável:

Quanto aos resíduos coletados

- 1- Quais tipos de resíduos são coletados?
- 2- Pensam em coletar outros tipos?
- 3- Deveriam ser recebidos outros tipos? (os da logística reversa como: RCD, pneus, embalagens, pilhas e baterias, lâmpadas, óleos minerais e vegetais, isopor)
- 4- Como é feito o controle?

Quanto à coleta dos resíduos

- 5- Qual a forma de coleta dos resíduos?
- 6- Resíduos podem ser deixados no local?
- 7- Quais quantidades podem ser deixadas?
- 8- Existe algum convênio com empresas ou prefeitura?

Com relação à separação e armazenamento

- 9- Os resíduos chegam misturados?
- 10- Com é feita separação?
- 11- Como são armazenados os resíduos antes da destinação?

Quanto à localização e dimensões

- 12- Quais as dimensões do terreno e instalações?
- 13- São adequadas?
- 14- A localização atual do PEV é adequada?
- 15- Existem problemas em relação ao local?

Quanto ao funcionamento

- 16- Quais os dias e horários de funcionamento?

Destinação dos resíduos

- 17- Qual a destinação dos resíduos?

Meios de Transporte

- 18- Como é feito o transporte até o local?
- 19- Como é transportado até a recicladora?

Instalar um PEV no local

- 20- Seria possível fazer um controle de recebimento de resíduos recicláveis, inclusive RCD, móveis, eletrodomésticos e galhos e restos de poda neste local?
- 21- Acha que é viável um sistema de coleta de pequenos volumes de RCD (até 1 m³) e outros volumosos em domicílio?