

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL- GUARAPUAVA
ENGENHARIA CIVIL**

MARIA VICTÓRIA ZIEGEMANN PORTELINHA

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PITANGA - PR**

GUARAPUAVA

2020

MARIA VICTÓRIA ZIEGEMANN PORTELINHA

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PITANGA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dr. Joice Cristini Kuritza

GUARAPUAVA

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

Realizou-se no dia 01 de dezembro de 2020, às 10 h, via *Google Meet*, a defesa Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para aprovação da aluna Maria Victória Ziegemann Portelinha, na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Engenharia Civil intitulado: **Gerenciamento dos resíduos de construção e demolição: estudo de caso no município de Pitanga - PR**

A Banca foi composta pelo Presidente:

Prof^a Dra. Joice Cristini Kuritza (Orientador), e pelos seguintes membros:

Prof^a Dra. Jeanete Beber de Souza (UNICENTRO campus Irati)

Prof^a Dra. Mariane Kempka (UTFPR-GP)

Guarapuava, 01 de dezembro de 2020.

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

“Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”
Lavoisier

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida, por sempre terem me protegido e guiado meu caminho.

À minha orientadora e amiga, Dra. Joice Kuritza, por toda atenção, dedicação, carinho e ensinamentos repassados na realização deste estudo.

Aos meus dois grandes amores, exemplos e pais, Andréa e Clemente, por tanto amor, atenção, carinho e dedicação.

À minha irmã de coração Marina, por todo companheirismo, paciência, amor e cumplicidade.

Aos meus amigos, em especial à Alessandra Emy e Luana Tiemi por todo incentivo, amor e apoio e aos meus amigos/monitores Gabriel Frigo e Allan Hladki por todas as aulas particulares, monitorias e inúmeras listas emprestadas que foram fundamentais para que eu chegasse nesta etapa final.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e a todos os professores pela formação acadêmica, em especial aos professores Edson Florentino e Mariane Kempka.

Aos funcionários da Secretaria do Meio Ambiente e da CPLAN que não mediram esforços para me auxiliar e fornecer dados que foram essenciais no presente trabalho.

À todas as pessoas queridas, que de algum modo, contribuíram com apoio, consideração e atenção para a realização deste trabalho.

RESUMO

PORTELINHA, Maria Victória Ziegemann. **Gerenciamento dos resíduos de construção e demolição: Estudo de caso no município de Pitanga-PR**. 2020. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2020).

Com o crescimento do setor da construção civil nos últimos anos, a geração de resíduos de construção e demolição aumentou significativamente e acarretou impactos de ordem econômica, social e ambiental. Diante dessa realidade, muitos países têm implantado diretrizes e normas com o objetivo de regulamentar o manejo e a disposição final destes resíduos. No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307, de 2002 e suas complementações, as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, de 2010, são as principais referências legais sobre o tema, no entanto, a maioria dos municípios brasileiros, especialmente os de pequeno porte, ainda não elaboraram seus Planos de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição, nem consolidaram boas práticas no sentido de os gerir de forma adequada e eficiente. Dessa forma, esta pesquisa teve por objetivo subsidiar a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição na cidade de Pitanga, PR, considerando aspectos econômicos, técnicos, legais, ambientais, administrativos e educacionais com vistas a caracterização quantitativa e a proposição de alternativas para que o município implemente ações de gestão e gerenciamento de RCD, condizentes com a realidade local. A caracterização quantitativa foi realizada por meio de diferentes metodologias encontradas na literatura e os resultados foram confrontados com dados apresentados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Por fim, foram propostas ferramentas e estratégias para minimizar os impactos negativos causados pela ausência de ações de gerenciamento de resíduos de construção e demolição no município, especialmente no que tange à disposição final em locais inadequados no perímetro urbano municipal.

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição. Plano de gerenciamento. Construção civil. Quantificação. Gestão. Disposição final.

ABSTRACT

PORTELINHA, Maria Victória Ziegemann. **Construction and demolition waste management: A case study in the city of Pitanga-PR.** 2020. 83 p. Work of Conclusion Course in Civil Engineering - Federal Technology University - Paraná. Guarapuava, 2020.

With the growth of the civil construction sector in recent years, the generation of construction and demolition waste increased significantly and caused economic, social and environmental impacts. Given this reality, many countries have implanted guidelines and standards, aiming to regulate the handling and final disposal of this residues. In Brazil, CONAMA Resolution nº 307, established in 2002, and the National Solid Waste Policy, of 2010, are the main legal references on the subject, however, most of the Brazilian cities, mainly the small ones, have not yet elaborated their Construction and Demolition Waste Management Plan, nor have they consolidated good practices in order to manage their waste in a proper and efficient way. Thus, this research aimed to support the development of a Construction and Demolition Waste Management Plan in the city of Pitanga-PR, based on economic, technical, legal, environmental, administrative and educational aspects, including the quantitative characterization and offering alternatives for the city to implement CDW management actions, considering the local reality. The quantitative characterization was performed using different methodologies found in the literature, and the results were compared with data presented by ABRELPE and SNIS. Ultimately, tools and strategies were proposed to minimize the negative impacts caused by the lack of construction and demolition waste management actions in the city, especially concerning the final disposal on inadequate locations in the urban area.

Keywords: Construction and demolition waste. Management plan. Civil construction. Quantification. Management. Final disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição gravimétrica dos RSU no Brasil.....	20
Figura 2 - Estimativa de RCD coletada nas diferentes regiões do Brasil (t/dia).....	28
Figura 3 – Número de publicações sobre a temática da pesquisa, em diferentes países	29
Figura 4–Números de publicações ao longo dos anos.....	30
Figura 5 - Etapas a serem contempladas no PGRCD	31
Figura 6 – <i>Big bags</i> com suportes em madeira.....	32
Figura 7 –Baías Fixas	33
Figura 8 – Caçamba Estacionária	33
Figura 9 – Padrões de cores para identificar o tipo dos resíduos	34
Figura 10 - Lixão	36
Figura 11 - Aterro controlado.....	37
Figura 12 – Aterro sanitário.....	38
Figura 13 – Destinação final dos RSS coletados no Brasil, em 2012	39
Figura 14 - Princípio dos 3R	42
Figura 15 - Programas de Curitiba	44
Figura 16 –Capturas de tela do aplicativo Limpa Já Entulho.....	46
Figura 17 –Localização do município no estado do Paraná(a) e cidades limítrofes (b).....	49
Figura 18 - Roteiro da coleta seletiva no município de Pitanga	53
Figura 19 - Localização do aterro sanitário	54
Figura 20 – Caminhões baús utilizados na coleta seletiva no município	55
Figura 21 - Usina de triagem de materiais recicláveis do município	56
Figura 22 - Caçamba localizada no centro do município	57
Figura 23 – Caçambas estacionárias com resíduos incompatíveis e perigosos.....	58
Figura 24 – Disposição irregular de pequenos volumes pelo centro da cidade.....	59
Figura 25 – Locais de disposição irregular de grandes volumes no perímetro urbano.	60
Figura 26 – Mapeamento da disposição irregular de grandes volumes de RCD.....	62
Figura 27 – Relação de metragem construída nos últimos 5 anos.....	63
Figura 28 –Relação de metragem demolida nos últimos 5 anos.	63
Figura 29 - Relação de metragem reformada e ampliada nos últimos 5 anos	64
Figura 30 – Quantificação através do método indireto.....	66
Figura 31 – Estimativa de geração <i>per capita</i> de RCD para o município de Pitanga comparada aos valores propostos por Pinto (1999), ABRELPE (2013) e SNIS (2018).....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos de materiais que constituem as diferentes classes dos resíduos de construção e demolição	21
Quadro 2 - Classificação dos RCD pela EWL	21
Quadro 3 - Média municipal e <i>per capita</i> da massa de RCD coletada pelas Prefeituras.	25
Quadro 4 - Massa total de resíduos recebidos pelas unidades de processamento, segundo tipo de unidade e macrorregião geográfica	26
Quadro 5 - Fonte geradora e componentes dos RCD	27
Quadro 6 - Composição média dos materiais nos RCD	27
Quadro 7- Serviço de manejo de RCD e formas de disposição final	38
Quadro 8 – Resumo dos resultados apresentados por Kochem e Possan (2016) para a situação do gerenciamento de RCD em vinte municípios do Paraná	47
Quadro 9 - Quantificação pelos métodos	65
Quadro 10 – Estimativa quantitativa de resíduos de construção e demolição nos últimos 5 anos (Método de Kourmpanis)	65
Quadro 11 – Quantidade total estimada de RCD nos últimos 5 anos (Método indireto).	66
Quadro 12 – Dados da empresa particular coletora de caçambas	67
Quadro 13 – Estimativa das retiradas de caçambas pelas construtoras atuantes no município	68
Quadro 14 – Dados das empresas coletoras informais de RCD	69
Quadro 15 – Quantitativo de RCD através do método direto.....	69
Quadro 16 - Comparação entre o método direto e indireto	70

LISTA DE ABREVIACÕES

- AAGAP** – Associação dos Agentes Ambientais de Pitanga
- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRECON** – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
- ABRELPE** - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- BDES** – Bases de Descarga de Entulhos
- CMTU** – Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- EWL** – *European Waste List*
- FIEB** – Federação das Indústrias do Estado da Bahia
- IBAM** – Instituto Brasileiro de Administração Municipal
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPEA** – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- IPT** – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- LIMPURB** – Limpeza Urbana de Salvador
- MMA** – Ministério do Meio Ambiente
- MTR** – Manifesto de Transporte de Resíduos
- NBR** – Norma Brasileira
- RCD** – Resíduos de Construção e Demolição
- PDES** – Postos de Descarga de Entulho
- PEPV** – Pontos de Entrega de Pequenos Volumes
- PEV** – Pontos de Entrega Voluntária
- PIB** – Produto Interno Bruto
- PGRCC** – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil
- PNMA** – Política Nacional do Meio Ambiente
- PNRS** – Política Nacional dos Resíduos Sólidos
- RSU** – Resíduos Sólidos Urbanos
- SEMA** – Secretaria Especial do Meio Ambiente
- SENAI** – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
- SIMEPAR** – Sistema Meteorológico do Paraná
- SINDUSCON** – Sindicato da Indústria da Construção Civil

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

TEMAC – Teoria de Enfoque Meta Analítico Consolidado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	17
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	18
3.2	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	20
3.3	LEGISLAÇÃO E NORMAS RELACIONADAS AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	22
3.3.1	Aspectos Normativos.....	22
3.3.2	Aspectos Legislativos	23
3.4	IMPACTOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS	24
3.5	ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	28
3.6	GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	30
3.6.1	Plano de Gerenciamento	30
3.6.1.1	Caracterização	31
3.6.1.2	Triagem.....	31
3.6.1.3	Acondicionamento.....	31
3.6.1.3.1	Big bags	32
3.6.1.3.2	Baias	32
3.6.1.3.3	Caçambas estacionárias	33
3.6.1.4	Transporte.....	34
3.6.1.5	Destinação final	35
3.6.1.5.1	Lixão.....	35
3.6.1.5.2	Aterro controlado.....	36

3.6.1.5.3	Aterro sanitário	37
3.6.1.5.4	Incineração.....	39
3.6.2	Ferramentas e Estratégias para o gerenciamento de RCD.....	40
3.6.2.1	Racionalização.....	40
3.6.2.2	Prevenção qualitativa e quantitativa	41
3.6.2.3	Política dos 3R.....	41
3.6.3	Cidades Brasileiras com Programas de Gerenciamento de RCD	43
4	METODOLOGIA.....	48
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	48
4.2	SITUAÇÃO ATUAL DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO	49
4.3	ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RCD NO MUNICÍPIO	50
4.3.1	Método indireto	51
4.3.2	Método direto	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
5.1	SITUAÇÃO ATUAL DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO MUNICÍPIO	53
5.1.1	Coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares	53
5.1.2	Disposição dos resíduos em Pitanga.....	54
5.1.3	Coletas de resíduos verdes.....	56
5.1.4	Coleta de Resíduos eletrônicos.....	57
5.1.5	Resíduos de construção e demolição	57
5.2	ANÁLISE QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	62
5.2.1	Classificação das obras	62
5.2.2	Quantificação com base na geração de resíduos domiciliares.....	64
5.2.3	Quantificação com base em variáveis construtivas	65
5.2.4	Quantificação pelo método indireto	65
5.2.5	Quantificação pelo método direto.....	67
5.2.6	Avaliação comparativa dos métodos de quantificação direto e indireto.	69
5.2.7	Resumo e análise dos resultados dos métodos de quantificação.	70

5.3	PROPOSIÇÃO DE AÇÕES PARA MELHORIA DA GESTÃO E MANEJO DE RCD NO MUNICÍPIO	71
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
	REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil representa um dos principais setores produtivos no Brasil e apresentou crescente desenvolvimento, resultado de algumas políticas do governo brasileiro, a partir do ano de 2010 (CBIC, 2011). Como consequência desse avanço, a geração de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) aumentou significativamente, o que ocasionou prejuízos financeiros e logísticos, além de danos severos ao meio ambiente, dessa forma estão intimamente ligados às três dimensões da sustentabilidade, econômica, social e ambiental (HOSHINO *et al.*, 2010).

Os impactos financeiros, sociais e ambientais gerados pelo significativo volume de RCD estimulam a busca de soluções para um melhor aproveitamento dos materiais, bem como de estratégias para a redução de desperdícios, com vistas à reciclagem, reutilização e disposição adequada desses, incluindo recursos e procedimentos necessários ao cumprimento das diretrizes, programas e políticas públicas.

Em 1973 o governo brasileiro criou a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), primeiro órgão de proteção ambiental, orientada para a conservação do meio ambiente, e o uso racional dos recursos naturais. A partir da década de 1980, foram criados outros órgãos e promulgadas diversas leis e resoluções para disciplinar as atividades antrópicas e suas relações com o meio ambiente. Assim, iniciou-se a preocupação ambiental em vários setores da economia, dentre eles o setor da Construção Civil, responsável por expressiva geração de recursos financeiros para o país, mas, também, elevada modificação e exploração dos recursos naturais.

No Brasil, existem aspectos legais e normativos que contribuem com a gestão ambiental em diferentes contextos sociais, a destacar a Política Nacional de Meio Ambiente, a Política Nacional dos Recursos Hídricos, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos e as normas da série ISO 14000. As leis e normas servem de diretrizes norteadoras para o gerenciamento, planejamento e supervisão das atividades antrópicas, e auxiliam em práticas de preservação e conservação do meio ambiente. Outro agente importante é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), responsável por, dentre outros, deliberar, sob a forma de resoluções, proposições e recomendações, com objetivo de cumprir com os objetivos expressos Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2019).

Diante da problemática da elevada taxa de resíduos gerada pelo setor da construção civil, as políticas públicas estabelecem a necessidade da criação de Planos de Gerenciamentos de Resíduos de Construção e Demolição (PGRCD) que auxiliem os geradores em relação à distribuição, uso dos materiais, planejamento, armazenamento, triagem, reciclagem, reutilização e destinação final. Dessa forma, o presente trabalho realizou um estudo de caso, a fim de subsidiar a elaboração de um plano de gestão integrada dos resíduos de construção e demolição na cidade de Pitanga-PR, por meio do levantamento de informações bibliográficas, normas técnicas e visitas *in loco* para coleta de informações quantitativas sobre a geração e a disposição final desses resíduos no município.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Subsidiar a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (PGRCD) para a cidade de Pitanga, PR.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Verificar a situação atual do gerenciamento dos RCD, analisando o modelo de gestão adotado pela administração municipal;
- Caracterizar quantitativamente a geração de RCD, comparando diferentes metodologias sugeridas na literatura;
- Sugerir alternativas para que o município implemente ações de gestão e gerenciamento de RCD, considerando a realidade local.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.1).

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. “A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem” (ABNT, 2004, p.2).

Segundo a NBR 10.004 os resíduos são classificados em (ABNT, 2004):

- a) Resíduos Classe I: Perigosos;
- b) Resíduos Classe II: Não Perigosos;
 - Resíduos Classe II (A): Não inertes;
 - Resíduos Classe II (B): Inertes;

Resíduos Classe I (perigosos): pelas suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento da mortalidade ou apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada (SCHALCH *et al.*, 2002).

Resíduos Classe II (A) (não inertes): são os que possuem propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe II (B) (inertes): são os que quando submetidos a um contato com a água destilada ou deionizada à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Também é possível classificar os resíduos quanto a sua origem. Nesse sentido, Schalch *et al.* (2002), apresentam que os resíduos sólidos se classificam em:

Domiciliar: originado pela rotina das residências, constituído por restos de alimentos, papeis, embalagens plásticas, garrafas de vidro e vários outros itens (inclusive tóxicos). Ainda, de acordo com Mota (2000), o resíduo sólido doméstico é também conhecido como residencial, caracterizado pela grande quantidade de matéria orgânica constituída de restos de alimentos, cascas de frutas, verduras e outros rejeitos putrescíveis, além de papel higiênico, fraldas descartáveis, materiais de varredura, plásticos, vidros, latas e embalagens em geral.

Comercial: originado pelos estabelecimentos comerciais diversos. Os resíduos destes locais possuem grande volume de recicláveis, principalmente embalagens plásticas e papeis.

Público: originado dos serviços de limpeza e varrição de vias e de outros locais públicos como áreas de feiras livres.

Portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários: constituem os resíduos sépticos que podem conter germes patológicos em materiais de higiene, podendo veicular doenças provenientes de outras cidades.

Industrial: originado nas diversas atividades da indústria. O resíduo industrial é bastante variado, e pode ser caracterizado como resíduo perigoso, caso em que precisa ser gerido com atenção especial. Pode ser constituído de cinzas, óleos, lodo, resíduos alcalinos ou ácidos, papéis, plástico, madeira, vidro, cerâmica, entre outros.

Agrícola: originados nas atividades agrícola e pecuária. Estes resíduos podem incluir embalagens de fertilizantes e defensivos agrícolas, rações, restos de colheita, entre outros.

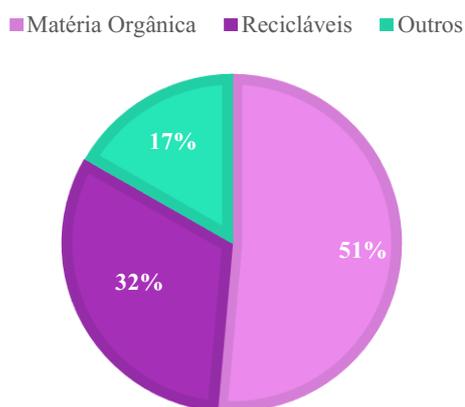
Entulho: resíduos da construção civil, composto por materiais de demolição, restos de obras, solos de escavações diversas, entre outros.

Resíduos Radioativos (lixo atômico): são resíduos provenientes dos combustíveis nucleares. Seu gerenciamento é de competência exclusiva da CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear.

De acordo com ABRELPE (2018), o índice *per capita* de geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil foi de 1,035 kg/hab/dia em 2017 e 1,039 kg/hab/dia em 2018. Com esse índice, a geração diária chegou a 216.629 toneladas.

A composição gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil é bastante diversificada nas diferentes regiões, uma vez que está diretamente relacionada com características, hábitos e costumes de consumo e descarte da população local. A Figura 1 apresenta a composição gravimétrica dos RSU no Brasil.

Figura 1 – Composição gravimétrica dos RSU no Brasil



Fonte: Adaptado de ABRELPE (2011).

3.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Segundo a Resolução CONAMA n°307 (BRASIL, 2002), os resíduos da construção civil são definidos como:

Resíduos da construção civil: são 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 (BRASIL, 2002, p.571).

Esses resíduos são classificados em (BRASIL, 2002):

Classe A: resíduos que podem ser reutilizados ou reciclados como agregados.

Classe B: resíduos que podem ser reciclados para outras destinações.

Classe C: resíduos em que a reciclagem ou recuperação não são economicamente viáveis ou ainda não há tecnologia desenvolvida.

Classe D: resíduos perigosos.

No Quadro 1 está apresentado exemplos de materiais conforme a classificação dos resíduos, segundo a resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002).

Quadro 1 – Exemplos de materiais que constituem as diferentes classes dos resíduos de construção e demolição

Classe A	Classe B
Alvenaria	Madeira
Concreto	Metal
Argamassa	Plástico
Solos	Papel
Classe C	Classe D
Produtos oriundos do gesso	Latas de tintas, solventes e óleos

Fonte: BRASIL, 2002.

A Resolução do CONAMA nº 431 altera a classificação do gesso, de Classe C para Classe B.

Nagalli (2015) defende que a identificação e a caracterização dos resíduos, bem como a escolha de seus encaminhamentos, são um serviço técnico a ser realizado por um agente especializado, nesse sentido, a tarefa não deve ser delegada a pessoas que desconheçam a legislação pertinente.

Ainda sobre esta temática, a União Europeia padronizou a nomenclatura e a classificação dos resíduos por meio da Lista Europeia de Resíduos (European Waste List – EWL), em que o capítulo destinado aos resíduos de construção e de demolição (RCDs) distingue três grupos de resíduos com características comuns, como mostra o Quadro 2. Destaca-se que os materiais que apresentam características perigosas, como inflamabilidade e toxicidade, são classificados em outros capítulos da lista europeia.

Quadro 2 - Classificação dos RCD pela EWL

Resíduo composto por solo gerado de escavações nas primeiras fases de construção	Resíduo de sobras durante a execução da construção	Resíduo associado a embalagem de produtos e materiais que dão suporte aos trabalhos
Solos e rochas; Lamas de dragagem; Lastros;	Concreto e materiais cerâmicos compostos por rochas inertes Madeira, vidro e plástico; Alcatrão e macadame; Metais; Materiais isolantes; Materiais a base de gesso;	São classificados de acordo com o material que são feitos.

Fonte: Adaptado de Nagalli (2014).

3.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS RELACIONADAS AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

3.3.1 Aspectos Normativos

Resolução CONAMA n° 307 de 2002, apresenta diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Nesta resolução também são apresentadas definições de resíduos, classificação, hierarquia para minimização de resíduos, previsão da elaboração de planos integrados de gerenciamento e responsabilidades dos agentes envolvidos nos processos.

NBR 12235 de 1992 dispõe sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos, prevê que o armazenamento deve acontecer de forma a atender as condições básicas de segurança, devendo analisar a compatibilidade entre os materiais armazenados, com atenção especial aos resíduos radiativos.

NBR 13221 de 2003 especifica os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública.

NBR 10004 de 2004 define e classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados em função de sua periculosidade.

NBR 15112 de 2004 fixa os requisitos exigíveis para elaboração do projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Segundo a norma, a área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT) é uma “área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente

NBR 15113 de 2004 apresenta os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes, visa a manutenção dos materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro. Também tem por objetivo a proteção das coleções hídricas superficiais ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

NBR 15114 de 2004 estabelece os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe

A. Ela se aplica à reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

3.3.2 Aspectos Legislativos

A Lei Municipal nº 1567 de 2010, institui a Política de Meio Ambiente do Município de Pitanga, tem por objetivo manter o equilíbrio do meio ambiente, como bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, cabendo ao Município o dever de defendê-los e preservá-los para as gerações presentes e futuras (PITANGA, 2010).

A Lei Estadual nº 12.493 de 1999, estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no estado, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais (PARANÁ, 1999).

A Lei Estadual nº 15.456 de 2007, altera a Lei Estadual nº 12.493 de 1999, acrescentando parágrafos 1º, a respeito dos empreendimentos de tratamento e disposição final de resíduos industriais radioativos e explosivos, estabelecendo distância mínima, 2º sobre os empreendimentos de tratamento e disposição final de resíduos industriais perigosos, deverão ser localizados de acordo com legislação ambiental vigente e 3º sobre os estudos ambientais que necessitarão de um licenciamento prévio, definidos em razão do seu porte, risco e localização.

A Lei Estadual nº 15.802 de 2008, institui o programa Paraná Limpo, o qual visa estimular a conscientização da população do Estado, almejando a limpeza das vias públicas urbanas, rodovias, rios, riachos, córregos, represas, parques, praças públicas e também contribuir para a limpeza e a conservação do meio ambiente e despoluição do estado buscando estabelecer uma nova cultura a fim de beneficiar o planeta (PARANÁ, 2008).

A Lei Estadual nº 19.261 de 2017, cria o Programa Estadual de Resíduos Sólidos - Paraná Resíduos, sob a coordenação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Sema, visando apoiar a gestão integrada dos resíduos sólidos nos municípios paranaenses.

A Lei Federal nº 12.305 de 2010, também conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, que tem como objetivo prevenir e reduzir a geração de resíduos, através de

hábitos sustentáveis, dentre eles a reciclagem, a reutilização dos resíduos sólidos, a destinação adequada dos rejeitos e institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos.

3.4 IMPACTOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

A partir da década de 1970, o Brasil apresentou um crescimento acentuado no setor da construção civil, o que resultou em grande desenvolvimento social e econômico para o país. No ano de 2010, segundo a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (2010), realizada pelo IBGE, com o aumento intenso das obras com as políticas públicas, o setor empregou 2,5 milhões de pessoas, com aumento de 500 mil pessoas em relação ao ano anterior, como consequência, a renda familiar aumentou e surgiram mais programas de incentivo ao crédito, o que fez com que o Produto Interno Bruto (PIB) saísse de -0,6% em 2009 e fosse para 7,5% em 2010 (IBGE). Como consequência desse avanço, a exploração dos recursos naturais também aumentou drasticamente. “Estima-se que a construção civil é responsável por algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade” (SJÖSTRÖM, 1992¹, apud TICIANE, 2005, p.12).

Segundo John (2000) a indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, quando considerada a significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país pela qual é responsável e, também, pelo contingente de pessoas que, direta ou indiretamente, emprega. Em contrapartida, é responsável por aproximadamente 50% do CO₂ lançado na atmosfera e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo.

A crescente geração de resíduos sólidos é um dos grandes problemas ambientais na atualidade. A gestão desses resíduos tem sido foco da preocupação de pesquisadores das mais diversas áreas de estudo, além de se tornar um dos grandes desafios para as cidades ao longo das próximas décadas (SANTIAGO e DIAS, 2012, p.203).

Segundo Nagalli (2015), a quantidade expressiva de entulho e de locais de descarte inadequados geram impactos ambientais, sociais e econômicos, que demandam soluções criativas e eficazes para uma gestão adequada. Ações conjuntas de poderes públicos e privados que incentivem a elaboração de programas específicos que visem minimizar impactos, estimular o manuseio adequado e a política de redução, reciclagem e reutilização são uma alternativa para esse problema.

¹ SJÖSTRÖM, C. **Durability and sustainable use of building materials**. In: LLEWELLYN, J. W.; DAVIES, H. (Ed.). *Sustainable use of materials*. London: BRE/RILEM, 1992.

Segundo Valverde (2001), o consumo de agregados naturais varia entre 1 e 8 toneladas por habitante por ano. No Brasil, o consumo de agregados naturais, apenas na produção de concreto e argamassa, é de 220 milhões de toneladas.

De acordo com John (2000), a construção civil consome cerca de 2/3 da madeira natural extraída e a maior parte da exploração das florestas não realizada com manejo adequado. Além disso, outras matérias primas tradicionais da construção, como o cobre e o zinco, possuem reservas limitadas e escassas.

No Quadro 3 são apresentados os dados referentes à parcela de RCD coletados pelas Prefeituras, de acordo com relatório do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. Segundo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), esses dados tendem a ser subestimados, principalmente para os municípios maiores, pela presença de outros agentes no manejo dos RCD. Ainda, segundo a pesquisa, a taxa *per capita* de coleta de RCD realizada pelas prefeituras é equivalente, no mínimo, a um terço da taxa de coleta *per capita* de resíduos domiciliares e públicos.

Quadro 3 - Média municipal e *per capita* da massa de RCD coletada pelas Prefeituras.

Faixa	Faixa populacional	Quantidade de RCD coletada pela Prefeitura (t/ano)	Quantidade de municípios	Média municipal (t por município/ano)	População urbana(hab)	Média <i>per capita</i> (t por 1 mil hab/ano)
1	Até 30 mil	81.346	51	1.595,00	624.186	130,3
2	De 30.001 até 100 mil	274.994	40	6.874,80	1.981.397	138,8
3	De 100.001 até 250 mil	827.183	40	20.679,60	6.547.419	128,1
4	De 250.001 até 1 milhão	1.766.145	36	49.059,60	17.027.920	103,7
5	De 1.000.001 até 3 milhões	1.179.920	5	343.984,00	10.527.771	163,4
6	Mais de 3 milhões	1.138.671	2	569.335,70	16.497.137	69
	Total	5.808.529	174	33.380,80	53.115.830	109,5

Fonte: SNIS (2018).

A respeito da massa total de resíduos recebidos pelas unidades de processamento dos municípios, o SNIS analisou 4.035 unidades de processamento, incluindo diversos tipos de resíduos, dentre os de construção e demolição, as quantidades detalhadas podem ser visualizadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Massa total de resíduos recebidos pelas unidades de processamento, segundo tipo de unidade e macrorregião geográfica

Tipo de unidade de processamento	Massa recebida nas unidades de processamentos por macrorregião geográfica (toneladas)					Massa total recebida (toneladas)
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	
Lixão	8,63.10 ⁵	3,54.10 ⁶	5,01.10 ⁵	1,21.10 ⁵	1,15.10 ⁶	6,17.10 ⁶
Aterro Controlado	1,42.10 ⁵	1,43.10 ⁶	2,05.10 ⁶	3,37.10 ⁵	5,74.10 ⁶	5,82.10 ⁶
Aterro Sanitário	1,48.10 ⁶	7,81.10 ⁶	2,30.10 ⁷	5,39.10 ⁶	2,46.10 ⁶	4,01.10 ⁶
Unidade de triagem	8,54.10 ⁴	7,73.10 ⁴	1,61.10 ⁶	1,23.10 ⁶	1,38.10 ⁵	3,14.10 ⁶
Unidade de compostagem	3,20.10 ¹	8,2	3,91.10 ⁴	2,29.10 ⁴	6,54.10 ⁴	1,27.10 ⁵
Unidade de transbordo	0	2,30.10 ⁶	7,23.10 ⁶	1,25.10 ⁶	7,40.10 ⁵	1,15.10 ⁷
Unidade de tratamento por incineração	0	5,09.10 ³	5,67.10 ²	8,14.10 ³	0	1,38.10 ⁴
Unidade de manejo de galhadas e podas	0	8,15.10 ³	1,05.10 ⁶	5,73.10 ³	0	2,44.10 ⁴
Área de transbordo e triagem de RCD e volumosos	0	1,23.10 ⁵	2,58.10 ⁵	2,47.10 ⁴	0	4,05.10 ⁵
Área de transbordo e triagem de RCD	0	2,38.10 ⁴	1,03.10 ⁶	1,13.10 ⁵	0	1,17.10 ⁶
Aterro de RCD	1,00.10 ³	4,80.10 ⁴	1,24.10 ⁶	2,60.10 ⁵	1,31.10 ⁶	2,85.10 ⁶

Fonte: SNIS (2018).

De acordo com os dados expostos, em termos de quantidades totais recebidas, sobressai-se o grupo de lixões e de aterros controlados e sanitários, com aproximadamente 72,2% do total recebido em todas as unidades de processamento. Estima-se que 3,8% do total de unidades atualizadas se referem a 148 destinadas ao processamento de resíduos de construção civil, ou resíduos de construção e demolição, embora possam não ser exclusivas para este tipo de resíduo, sobretudo nas áreas de transbordo e triagem. Neste bloco, esquadram-se ainda 51 áreas de transbordo e triagem, 66 unidades de aterros de construção civil, embora ainda sejam confundidos com os famosos “bota-foras” e 31 estações de reciclagem de RCD. No tocante às unidades receptoras de RCD, as quantidades recebidas somam 4,4 milhões de toneladas. Com relação à quantidade encaminhada para as unidades de reciclagem, registrou-se que o valor aumentou de 1,08 milhão de toneladas, em 2017, para 1,17 milhão de toneladas, em 2018.

Além de dados de geração dos RCD, também é necessário conhecer as atividades de origem destes resíduos e as fontes geradoras, bem como a composição dos RCD, como apresentados no Quadro 5 e Quadro 6.

Quadro 5 - Fonte geradora e componentes dos RCD

Componentes	Trabalhos Rodoviários (%)	Escavações (%)	Sobras de demolições (%)	Obras Diversas (%)	Sobras de Limpeza (%)
Concreto	48	6,1	54,3	17,5	18,4
Tijolo	-	0,3	6,3	12	5
Areia	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
Solo, poeira, lama	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
Rocha	7	32,5	11,4	23,1	23,9
Asfalto	23,6	-	1,6	1	0,1
Metais	-	0,5	3,4	6,1	4,4
Madeira	0,1	1,1	1,6	2,7	3,5
Papel, material orgânico	-	1	1,6	2,7	3,5
Outros	-	-	0,9	0,9	2

Fonte: Levy (1997).

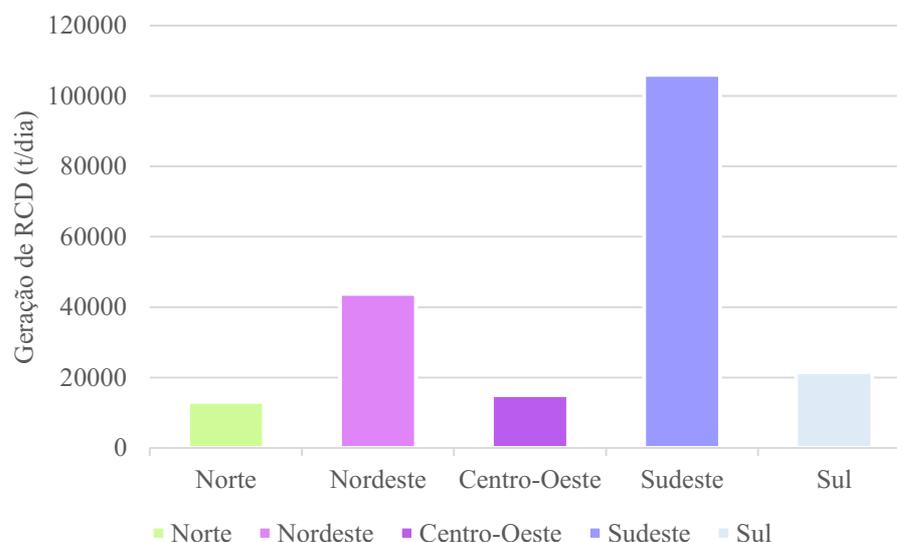
Quadro 6 - Composição média dos materiais nos RCD

Componentes	Porcentagem
Argamassa	63
Concreto e blocos	29
Outros	7
Orgânicos	1
Total	100

Fonte: IPEA (2012).

Segundo dados da ABRELPE (2018), em 2017 foram coletados mais de 35 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição, como consequência a taxa de coleta aumentou cerca de 5,3%. A Figura 2 ilustra a estimativa de RCD coletada nas diferentes regiões do Brasil (t/dia). A região sudeste é a que mais coleta RCD, seguida da região Nordeste e Sul.

Figura 2 - Estimativa de RCD coletada nas diferentes regiões do Brasil (t/dia)



Fonte: ABRELPE (2018).

Considerando a necessidade de diminuir os impactos gerados pela alta exploração dos recursos naturais, pelo excesso de resíduos oriundos da construção civil nas cidades e pela disposição final inadequada em grande parte das cidades brasileiras, o que causa obstrução e contaminação dos corpos d'água, problemas de drenagem superficial, remoção excessiva da vegetação, alta exploração e alteração dos solos, aumento da poluição do ambiente urbano e proliferação de vetores prejudiciais à saúde humana, é imprescindível que sejam estabelecidos diretrizes, critérios e procedimentos para a realização de um plano de gerenciamento de resíduos de construção e demolição, a fim de trazer benefícios de ordem social, econômica e ambiental para os municípios.

3.5 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

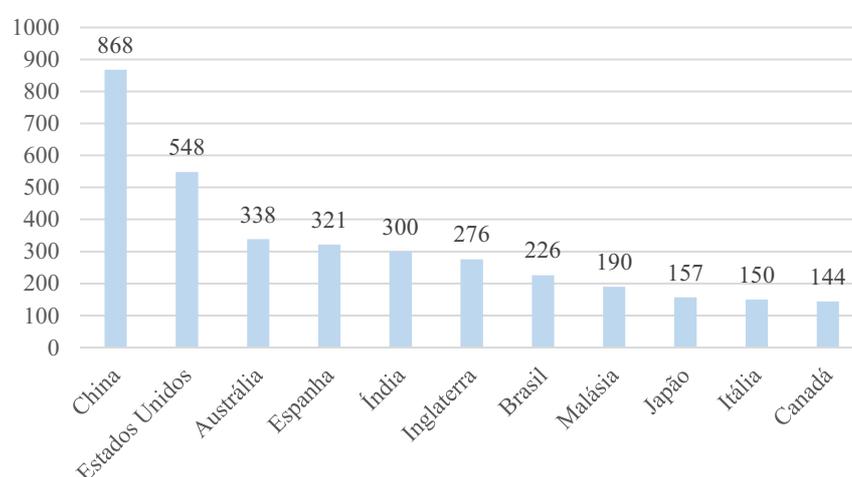
Com objetivo de avaliar o grau de significância a respeito da temática dos resíduos de construção civil e, nesse contexto, quais as linhas de pesquisa estão em crescimento, foi realizada análise a partir da Teoria de Enfoque Meta Analítico Consolidado – TEMAC.

Primeiramente foram definidas duas palavras-chave para pesquisa: "*Waste*" (*Resíduo*) e "*Construction*" (*Construção*), obtendo pela base de dados *Web of Science* (WoS) um total de 1560 resultados. Em seguida a busca foi refinada por temas de áreas de conhecimento: "*Engineering civil*" (*Engenharia Civil*), "*Green Sustainable science technology*" (*Tecnologia e ciência sustentável*), "*Water Resources*" (*Recursos Hídricos*), "*Ecology*" (*Ecologia*)

e “*Biodiversity Conservation*” (*Conservação da biodiversidade*), assim obteve-se 480 resultados.

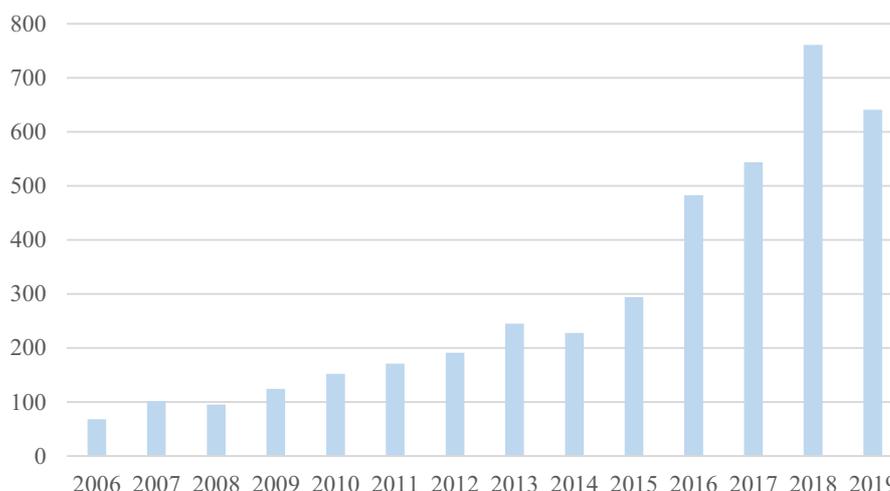
Complementarmente, com base nos resultados obtidos, foi feita a verificação dos países que mais publicam, onde se constatou que a maior parte das publicações são originadas da China e dos Estados Unidos, que somados representam aproximadamente 30% do total dos registros sobre o assunto no mundo. Observa-se que o Brasil apresenta a sétima posição no cenário mundial, como apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Número de publicações sobre a temática da pesquisa, em diferentes países



Fonte: Adaptado de *Web of Science* (2019)

Em seguida, foi avaliada a evolução das publicações ao longo do tempo, como apresentado na Figura 4, que demonstra crescimento substancial na quantidade de publicações ao longo dos anos, o que indica que o tema desperta grande interesse por parte dos pesquisadores.

Figura 4—Números de publicações ao longo dos anos

Fonte: Adaptado de *Web of Science* (2019).

3.6 GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

3.6.1 Plano de Gerenciamento

Segundo Nagalli (2015), o gerenciamento dos resíduos da construção e demolição tem por intuito assegurar a correta gestão dos resíduos durante as atividades cotidianas de execução das obras e dos serviços de engenharia. Ele se fundamenta essencialmente nas estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado dos resíduos na fonte.

A resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) define gerenciamento de resíduos sólidos como:

“O conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos.” (BRASIL, 2002, p.2)

A Resolução CONAMA 448 de 2012, alterou alguns artigos da Resolução 307, de 2002. A partir disso, os Planos de Gerenciamento deverão contemplar as etapas apresentadas na Figura 5 e explicitadas nos itens seguintes.

Figura 5 - Etapas a serem contempladas no PGRCD



Fonte: BRASIL, 2012.

3.6.1.1 Caracterização

As características dos RCD dependem do processo construtivo que os deu origem e de quais materiais são constituídos. Segundo Lima e Lima (2009) a fase de caracterização dos resíduos é importante para identificar e quantificar, a fim de realizar um planejamento qualitativo e quantitativo, com vistas à redução, reutilização, reciclagem e destinação final. Para o cumprimento desta etapa, é necessário seguir a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002). A identificação prévia e caracterização dos resíduos a serem gerados no canteiro de obras são fundamentais no processo de reaproveitamento dos RCD.

3.6.1.2 Triagem

Conforme o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001) o processo de triagem envolve o processo de seleção e separação, e é imprescindível para facilitar o reaproveitamento dos resíduos. Cada material triado, que tenha chances de reaproveitamento, deve ser reinserido no ciclo produtivo. A triagem deve ser feita com o uso de dispositivos adequados para o acondicionamento.

3.6.1.3 Acondicionamento

Segundo o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001), acondicionamento é a etapa que prepara os resíduos para a coleta e, apesar de ser temporária, é fundamental para que se obtenha êxito no Plano de Gerenciamento de Resíduos. Vale destacar

que deve ser realizada de forma a evitar a proliferação de vetores e a ocorrência de acidentes, além de minimizar o impacto visual e olfativo, reduzir a heterogeneidade dos resíduos e facilitar a realização da etapa de coleta.

É imprescindível a identificação dos recipientes onde serão acondicionados, por meio de cores e palavras que definam qual tipo de resíduo é apropriado para o recipiente, que pode ser temporário ou permanente, como caçambas, baias, contêineres, lixeiras, big bags, etc. Também são sugeridas orientações práticas do SINDUSCON (2005), onde são instruídos alguns critérios básicos, como a classificação, frequência de utilização, empilhamento máximo, alinhamento entre as pilhas e a preservação do solo operacional.

3.6.1.3.1 Big bags

Os *big bags* podem ser utilizados no acondicionamento de papéis, plásticos e outros materiais leves. O tamanho recomendado para os *bags* é de 90 cm x 90 cm x 120 cm. O local dos *bags* deve ser coberto e protegido de chuva, pois resíduos de papel e papelão perdem a possibilidade de reciclagem se molhados. Devem ser construídos suportes para o posicionamento dos *bags*, que podem ser metálicos ou em madeira, e podem ser construídos no próprio canteiro. A sinalização do material a ser acondicionado no *bag* deve estar presa ao suporte, como ilustrados na Figura 6.

Figura 6 –Big bags com suportes em madeira



Fonte: FRANK (2017).

3.6.1.3.2 Baias

Segundo FIEB (2005), as baias são normalmente utilizadas para acondicionamento dos resíduos pesados como os de metal, madeira e resíduos classe A. O número de baias, assim como tipo e dimensões, deve ser determinado de acordo com a necessidade de utilização em cada obra. Podem ser utilizadas baias móveis, caixotes fechados na lateral e com alças

permitindo maior mobilidade do local de acondicionamento dos resíduos, acompanhando mudanças de layout do canteiro.

Figura 7 –Baías Fixas



Fonte: BARBOSA (2019).

3.6.1.3.3 Caçambas estacionárias

Segundo FIEB (2005), as caçambas comumente têm capacidade de 5m³ e seu uso deve ser determinado de acordo com a necessidade de cada obra, normalmente para acondicionamento de resíduos de madeira, alvenaria e concreto. Estes recipientes facilitam a coleta dos resíduos, principalmente quando associados a dutos para transporte interno que despejam os resíduos dos pavimentos diretamente nas caçambas. Deve-se atentar para o acesso dos caminhões políguas para retirada das caçambas. É importante lembrar que algumas leis municipais proíbem a disposição de caçambas nas calçadas.

Figura 8 – Caçamba Estacionária



Fonte: TUDO SOBRE CAÇAMBAS (2018).

É imprescindível que os recipientes dos resíduos sejam acompanhados de símbolos e cores que designem a sua função. Na Resolução CONAMA nº275 (BRASIL, 2001), foram estabelecidos códigos de cores para identificar os diferentes tipos de resíduos, conforme ilustrados na Figura 9. Esse tipo de identificação deve ficar em local de fácil visualização e preferencialmente permanente.

Figura 9 – Padrões de cores para identificar o tipo dos resíduos



Fonte: BRASIL, 2001.

3.6.1.4 Transporte

Após a etapa de coleta dos resíduos, faz-se o transporte até a etapa de tratamento e, posteriormente, a destinação final. Ocorrem dois tipos de transporte em uma obra, transporte interno e o externo.

O transporte interno é realizado pelos próprios funcionários da obra que encaminham os resíduos ao seu local de armazenamento temporário. Para auxiliar nesse trajeto, são utilizados carrinhos de mão, padiolas, elevadores de carga e até mesmo condutores de entulho (PINTO, 2005).

O transporte externo dos resíduos geralmente é realizado por caminhões específicos para tal finalidade. O estado de conservação do equipamento de transporte deve ser tal que, durante o transporte, não permita vazamento ou derramamento do resíduo. Esse item deve atender à legislação ambiental específica federal, estadual e quando existente municipal, bem como deve ser acompanhado de documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente, devendo informar o tipo de acondicionamento já que, por meio destes, é possível assegurar que o resíduo foi transportado de forma adequada até o destino final, que pode ser a reciclagem ou o tratamento. Vale ressaltar que, segundo a NBR 13221 (ABNT, 2002), a

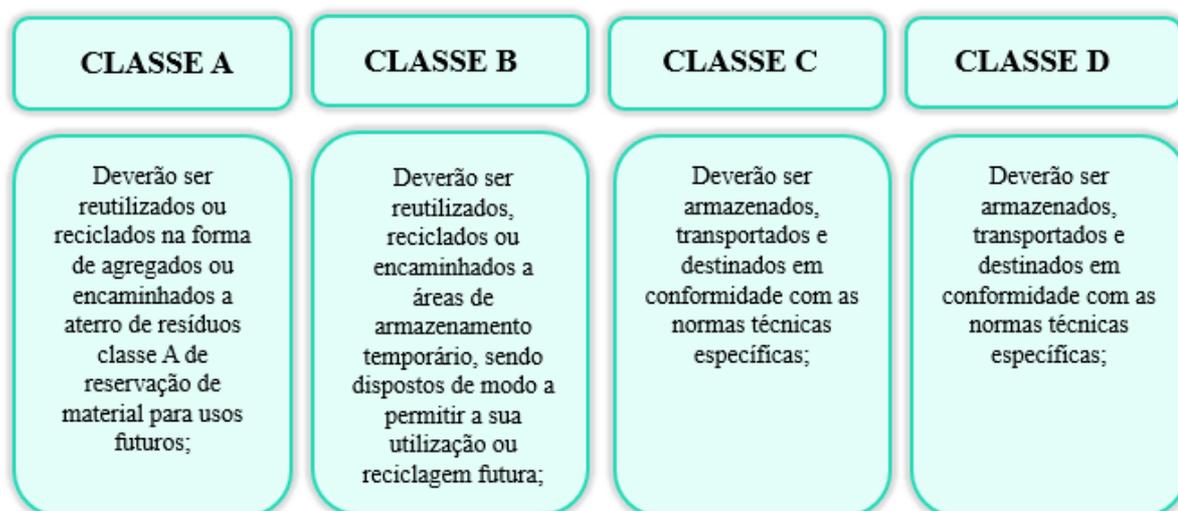
descontaminação dos equipamentos de transporte é de responsabilidade do gerador e deve ser realizada em locais previamente autorizados pelo órgão de controle ambiental competente.

3.6.1.5 Destinação final

Segundo o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do IBAM (2001) a etapa de tratamento dos resíduos envolve as ações destinadas a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, impedindo o descarte de rejeito em local inadequado ou transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

De acordo a Resolução CONAMA n°448 (BRASIL, 2012), a destinação dos resíduos deverá ser realizada com a sua respectiva classificação, como apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Destinação de acordo com a classificação



Fonte: BRASIL, 2012.

A destinação final é a última etapa do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e é considerada um grande desafio para a maioria das cidades brasileiras. Segundo Córdoba (2010), toneladas de resíduos são descartados em áreas impróprias e acarretam problemas de degradação ambiental nos municípios, como o assoreamento de córregos, obstrução do sistema de drenagem urbana e riscos à saúde pública pela proliferação de vetores.

3.6.1.5.1 Lixão

“Lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IPT, 1995, p. 243)”.

Segundo Vilhena (2018), os resíduos lançados a céu aberto acarretam problemas à saúde pública e ao meio ambiente, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geração de maus odores e, principalmente, poluição do solo e das águas subterrâneas e superficiais. A Figura 11 apresenta uma representação de disposição de resíduos sólidos em lixão.

Figura 11 - Lixão

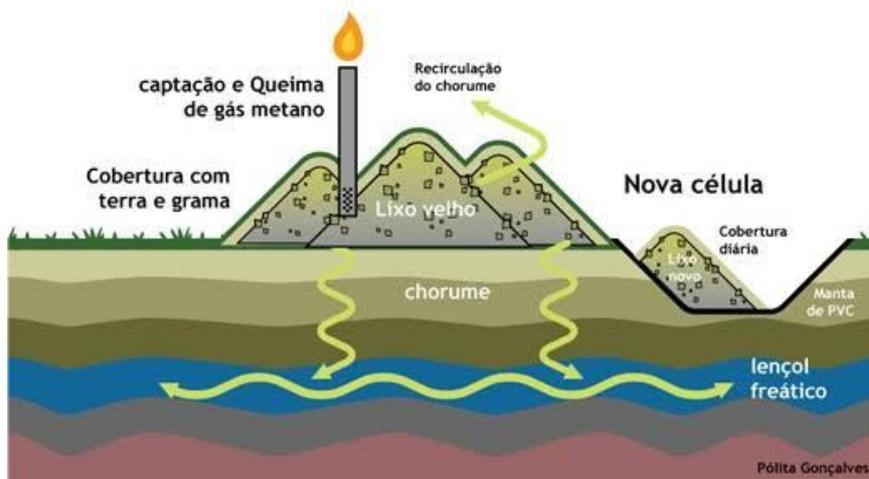


Fonte: Santos (2019).

3.6.1.5.2 Aterro controlado

De acordo com Vilhena (2018), aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos sólidos que utiliza cobertura com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Esta forma de disposição produz poluição, pois não dispõe de impermeabilização de base nem de sistemas de tratamento do percolato ou do biogás gerado. A Figura 12 apresenta um exemplo de disposição de resíduos sólidos em aterro controlado.

Figura 12 - Aterro controlado



Fonte: VIASOLO (2019).

3.6.1.5.3 Aterro sanitário

O aterro sanitário é uma obra de engenharia projetada sob critérios técnicos, cuja finalidade é garantir a disposição dos resíduos sólidos sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. É considerado uma das técnicas mais eficientes e seguras de destinação de resíduos sólidos, pois permite um controle eficiente e seguro do processo e quase sempre apresenta a melhor relação custo-benefício, quando comparado a outras opções de disposição (BRASIL, 2007).

Pode receber e acomodar vários tipos de resíduos, em diferentes quantidades, e é adaptável a qualquer tipo de comunidade, independentemente do tamanho. O aterro sanitário comporta-se como um reator dinâmico porque produz, através de reações químicas e biológicas, emissões como o biogás de aterro, efluentes líquidos, como os lixiviados, e resíduos mineralizados (húmus) a partir da decomposição da matéria orgânica (BRASIL, 2007).

Segundo dados da ABRELPE (2011) o aterro sanitário é a forma de destinação mais utilizada no Brasil. A Figura 13 ilustra um modelo de aterro sanitário.

Figura 13 – Aterro sanitário



Fonte: UILLIAM (2018).

No Quadro 7 são apresentados dados regionais a respeito do serviço de manejo dos resíduos de construção e demolição e as formas de disposição no solo.

Quadro 7- Serviço de manejo de RCD e formas de disposição final

Regiões	Total	Municípios							
		Formas de disposição no solo							
		Vazadouro, em conjunto com os demais resíduos	Aterro convencional, em conjunto com os demais resíduos	Pátio ou galpão de armazenamento da prefeitura	Aterro da prefeitura	Aterro de terceiros	Utilização definitiva como material de aterro pela prefeitura	Utilização definitiva como material de aterro por terceiros	Outros
Brasil	4031	1330	442	176	267	181	503	292	1235
Norte	293	148	27	5	13	11	16	12	71
Nordeste	1454	744	92	21	46	56	143	114	391
Sudeste	1272	207	202	105	126	65	220	97	391
Sul	639	77	74	33	37	37	73	51	284
Centro-Oeste	373	154	47	12	45	45	51	18	98

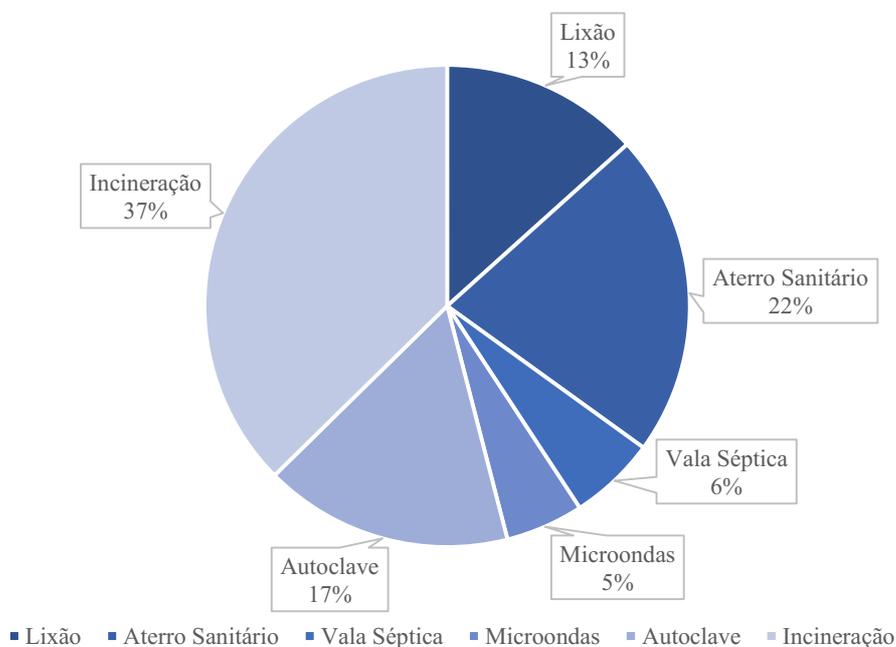
Fonte: IBGE (2010).

3.6.1.5.4 Incineração

Conforme a NBR 11175, incineração é um processo de oxidação à alta temperatura que destrói ou reduz o volume ou recupera materiais ou substâncias. De acordo com Lima (1991), a incineração é um processo de redução do peso, volume e das características de periculosidade dos resíduos, com a consequente eliminação da matéria orgânica e características de patogenicidade, através da combustão controlada.

No Brasil, a incineração é utilizada principalmente como um meio para a destinação final dos resíduos sólidos de saúde (RSS). A Figura 14 apresenta o cenário da destinação dos RSS coletados no ano de 2012.

Figura 14 – Destinação final dos RSS coletados no Brasil, em 2012



Fonte: ABRELPE (2012).

Ao desenvolver o Plano de Gerenciamento de Resíduos, o município deve buscar um conjunto de ações que visem a preservação ambiental, a redução de gastos e desperdícios de materiais, a reutilização e reciclagem, a destinação e classificação adequada dos resíduos, incentivo a novos agentes de coleta e limpeza, preservação e controle dos locais de aterro, a melhoria da limpeza e paisagem urbana.

Para a efetivação de um PGRCD deve ser realizado o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para o armazenamento e triagem dos RCD, a proibição da disposição final

em áreas não licenciadas, elaboração de planos que proporcionem o incentivo à reinserção dos resíduos no ciclo produtivo, definição de critérios e diretrizes limitadoras para o cadastramento de transportadores, ações que incentivem a educação ambiental, fiscalizações com agentes competentes.

É importante ressaltar, que as escolhas e alternativas a serem seguidas nesse PGRCD devem ser realizadas de acordo com a realidade do município estudado, onde o diagnóstico é fundamental para a elaboração do plano.

Segundo Scheneider (2000), o gerenciamento dos resíduos gerados na construção e demolição não deve ser de caráter corretivo e sim caráter educativo, com alternativas para que os atores envolvidos na cadeia produtiva possam cumprir suas responsabilidades sem provocar impactos negativos na sociedade.

3.6.2 Ferramentas e Estratégias para o gerenciamento de RCD

3.6.2.1 Racionalização

A racionalização da construção tem como objetivo a otimização do processo de construção (aumento de produtividade, rentabilidade e qualidade) através da aplicação de alguns princípios de economia.

De acordo com Gehbauer (2004), a racionalização pode ser definida como um “estudo do sistema de produção estabelecido com base na realidade, com o objetivo de definir melhorias”. A ferramenta PDCA é a base da racionalização, e pode ser realizada seguindo alguns passos.

O primeiro é o planejamento, etapa em que são estabelecidos os processos da organização, desde a geração do resíduo, passando pela sua segregação, coleta, classificação, manuseio, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte, se necessita de tratamento e qual será sua destinação final, se será reaproveitado, reintroduzido, reciclado, ou caso não se enquadre em nenhuma das alternativas anteriores, encaminhar para disposição final, como por exemplo em um aterro sanitário.

O segundo passo é fazer, nesta etapa o objetivo é a implantação dos processos, serão definidas as funções para cada atividade e quais os recursos necessários para a implantação do ciclo. É importante ressaltar que, para tudo ocorrer com êxito, é necessário que a pessoa escalada para o cumprimento da atividade tenha experiência e competência requerida para tal função. Também nessa fase são definidas quais as particularidades de cada processo, como e onde será realizada a coleta seletiva, qual o tratamento dado e qual será a sua destinação final.

O terceiro passo é avaliar, ou seja, realizar a verificação quanto aos requisitos legais do sistema, a fim de checar se todas as regras e burocracias estão sendo respeitadas na prática do gerenciamento de resíduos.

Diante dos três passos apresentados, Gehbauer (2004) introduz o quarto passo, agir, onde são tomadas ações a fim de melhorar e otimizar o ciclo.

3.6.2.2 Prevenção qualitativa e quantitativa

Segundo Yuan e Shen (2011), a geração de resíduos de construção é inevitável e a política de “Zero Resíduo” é irrealizável e as ações práticas e as pesquisas são direcionadas para a minimização da quantidade de resíduos gerada. Além do próprio benefício da redução dos resíduos, soma-se a essa diretriz a questão da redução dos custos relativos a seu gerenciamento, transporte e destinação final.

Visto que há geração de resíduos em todas as fases da construção e desconstrução da obra, a participação e colaboração de agentes capacitados é fundamental. Nagalli (2015) define como realizar escolhas adequadas, relacionadas com materiais duráveis ou de fácil substituição, que possibilitem o seu reaproveitamento ou reciclagem, inclusive pelo usuário do empreendimento, e que evitem a geração de passivos ambientais.

Uma etapa importante para a prevenção é fazer a análise do ciclo de vida dos produtos utilizados.

Outra estratégia é a prevenção quantitativa, onde se adotam processos construtivos mais “limpos”, mais industrializados ou pré-fabricados que, aliados ao treinamento da mão de obra, podem repercutir positivamente na redução das quantidades de resíduos gerados (NAGALLI, 2015, p.38).

3.6.2.3 Política dos 3R

A política dos 3R consiste num conjunto de medidas que foram adotadas na Conferência da Terra realizada no Rio de Janeiro, em 1992, e também no 5º Programa Europeu para o Ambiente e Desenvolvimento de 1993. “Esta política aplica-se e é válida para todo o tipo de resíduos, efluentes sólidos, líquidos e gasosos” (QUINTELA, TOMO E BERENGUER 2015, p. 191).

Figura 15 - Princípio dos 3R



FONTE: Adaptado de Quintela, Tomo e Berenguer (2015).

O princípio dos 3R's funciona como uma ferramenta essencial na tomada de decisões objetivando a consciência e preservação ambiental. Godecke, *et al.* (2012) defendem que antes da preocupação com a destinação final correta dos resíduos de construção e demolição, visando minimizar e reduzir os impactos e efeitos nocivos de uma disposição final inadequada, maiores esforços como a redução, reutilização e reciclagem são prioridades fundamentais.

Reciclagem, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2018), é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo, é uma das alternativas de tratamento de resíduo sólido mais vantajosa, tanto do ponto de vista ambiental, quanto do social, onde são reduzidos o consumo de recursos naturais, há diminuição do volume de lixo a ser disposto, economia de recursos energéticos e hídricos e, ainda, possibilita o aumento de ofertas de emprego.

Segundo Pinto (1999) o uso de RCD só se intensificou após a Segunda Guerra Mundial, principalmente na Alemanha, devido à enorme demanda por matéria prima. Apesar de a Alemanha ter sido uma das precursoras, esta prática também é bastante difundida em toda comunidade europeia. De acordo com Pinto (1999), Em praticamente todos os países-membro da comunidade europeia existem instalações de reciclagem de RCD, normas e políticas específicas para este tipo de resíduo. No Japão e nos Estados Unidos esta prática também tem sido bastante difundida e utilizada.

Ainda de acordo com Pinto (1999), em relação aos equipamentos de maior porte, a experiência brasileira teve início na década de 90. A instalação destes equipamentos aconteceu em alguns municípios como resultado de planos de gestão dos RCD e, em outros, como simples

aquisição de equipamentos descoordenada de um planejamento de ações o que, inevitavelmente, compromete os resultados a serem alcançados.

De acordo com dados da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - ABRECON (2018), o mercado da reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil ainda é novo, mas se apresenta muito promissor. A reciclagem deste resíduo é um mercado desenvolvido em muitos países da Europa, em grande parte pela escassez de recursos naturais desses países, que veem em seus resíduos uma enorme fonte de matéria prima. A ABRECON considera que o maior entrosamento com as questões ambientais e a adoção de uma abordagem preservacionista da atividade será uma característica vital para que a reciclagem de resíduos sólidos no país se desenvolva. Ser sustentável garante ao segmento um desenvolvimento acima do esperado e ainda facilita as articulações com órgãos públicos, iniciativa privada e com potenciais parceiros.

Segundo Carneiro (2001), a reciclagem apresenta vantagens econômicas se comparada com as deposições irregulares de RCD, os custos da limpeza urbana para as administrações municipais são muito elevados, a correção da disposição irregular, com aterramento e controle de doenças, custa em média 25% mais do que os programas de reciclagem.

Em um PGRCD, primeiro deve-se buscar não gerar os resíduos, caso não seja possível é preciso pensar nas possibilidades de reutilização. A reutilização dos resíduos pode trazer uma redução de custos para a empresa, sem que ocorra uma redução da qualidade do serviço, além de reduzir impactos ambientais.

3.6.3 Cidades Brasileiras com Programas de Gerenciamento de RCD

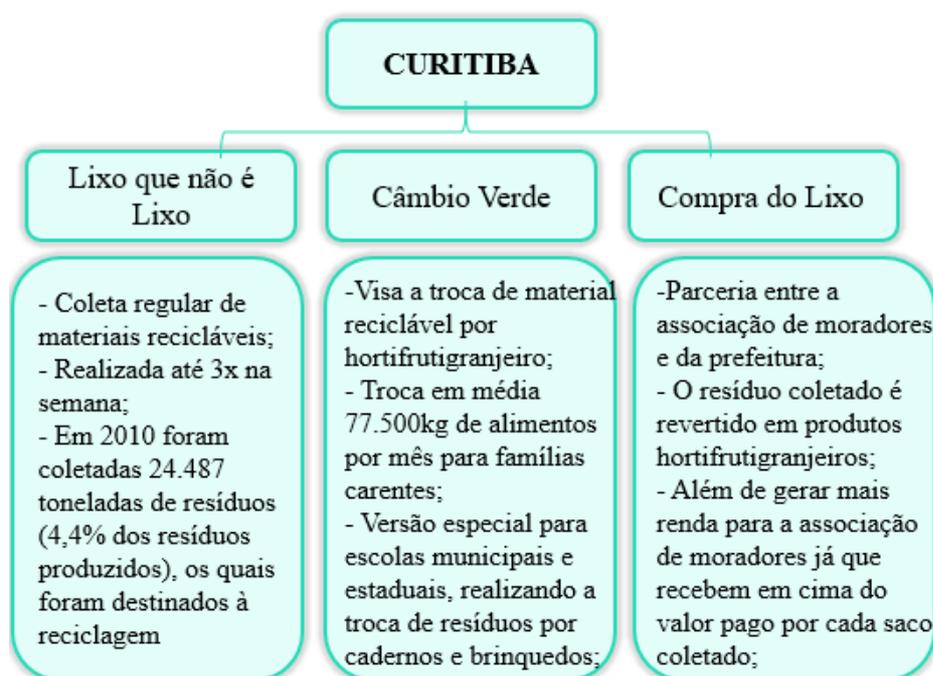
A criação e manutenção de parâmetros e procedimentos em obra, para a gestão diferenciada, são fundamentais para assegurar o descarte adequado dos resíduos. Estas ações, quando executadas por empresas do setor, promovem a minimização substancial dos impactos ambientais que a disposição inadequada dos resíduos gera, e contribuem para evitar a necessidade de soluções emergenciais. “A Gestão Corretiva é a situação típica da maioria dos municípios brasileiros, com ações de caráter não preventivo, repetitivo, custoso e, principalmente, ineficiente” (FIEB, 2005, p. 7).

Por se tratar de uma preocupação recente, a questão dos resíduos da construção e demolição vem sendo regulada em vários municípios brasileiros. Alguns exemplos de capitais brasileiras que estão disciplinando a matéria são: Belo Horizonte, Campo Grande, Cuiabá, Curitiba, Natal, Porto Alegre, Rio de Janeiro e São Paulo.

a) Curitiba

A cidade de Curitiba-PR tem se mostrado atuante com relação à questão dos RSU e RCD, pois exige de construtores e incorporadores o cumprimento de procedimentos por meio de instrumentos reguladores de transporte, coleta, tratamento e disposição final de resíduos. A prefeitura também incentiva a separação de resíduos por meio de três programas diferentes de coleta seletiva, conforme descritos na Figura 16.

Figura 16 - Programas de Curitiba



Fonte: Autoria Própria (2019).

b) Joinville

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Joinville-SC tem por objetivo promover a sustentabilidade econômica das operações de resíduos sólidos, preservar o meio ambiente, preservar a qualidade de vida da população e contribuir para a solução dos aspectos sociais envolvidos com a questão. O capítulo 5, da Lei Municipal, trata sobre a disciplina dos geradores e implica que os geradores de grandes volumes de resíduos da construção civil deverão desenvolver projetos de gerenciamento de resíduos em obra, em conformidade com as diretrizes do sistema para a gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos e com a legislação federal e municipal específica.

Uma ação do plano foi a implantação de pontos de Entrega Voluntária (PEV) de resíduos da construção civil, que se destinam a receber resíduos da construção civil de pequenos geradores, com volume de até 1 m³.

c) Salvador

Na cidade de Salvador, Bahia, o poder público, através da Empresa de Limpeza Urbana de Salvador (LIMPURB), vem buscando implantar, desde 1997, o Plano de Gestão Diferenciada de Entulho. Este Plano promove medidas para a redução do descarte clandestino, convertendo-o em disposição correta, seja pela implantação de Postos de Descarga de Entulho – PDEs ou pela implantação de Bases de Descarga de Entulho – BDEs, para uso de pequenos e grandes geradores, respectivamente (SENAI, 2005).

d) Belo Horizonte

Numa ação pioneira no país, a Prefeitura de Belo Horizonte implementou o Programa de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, no início dos anos 90. O trabalho incluiu alternativas para o recolhimento e a disposição adequados do entulho, com a opção de reaproveitamento. Os principais objetivos desse programa são a correção dos problemas ambientais provenientes de uma disposição final inadequada no perímetro urbano. São disponibilizados pontos de entrega de materiais apropriados e esses são recebidos, triados e transportados para as usinas de reciclagem e outros locais de destinação final adequada. Segundo dados do SINDUSCON -MG (2008), a Prefeitura usa o material reciclado em obras de manutenção de instalações de apoio à limpeza urbana, em obras de vias públicas e, ainda, em obras de infraestrutura em vilas e favelas.

e) Londrina

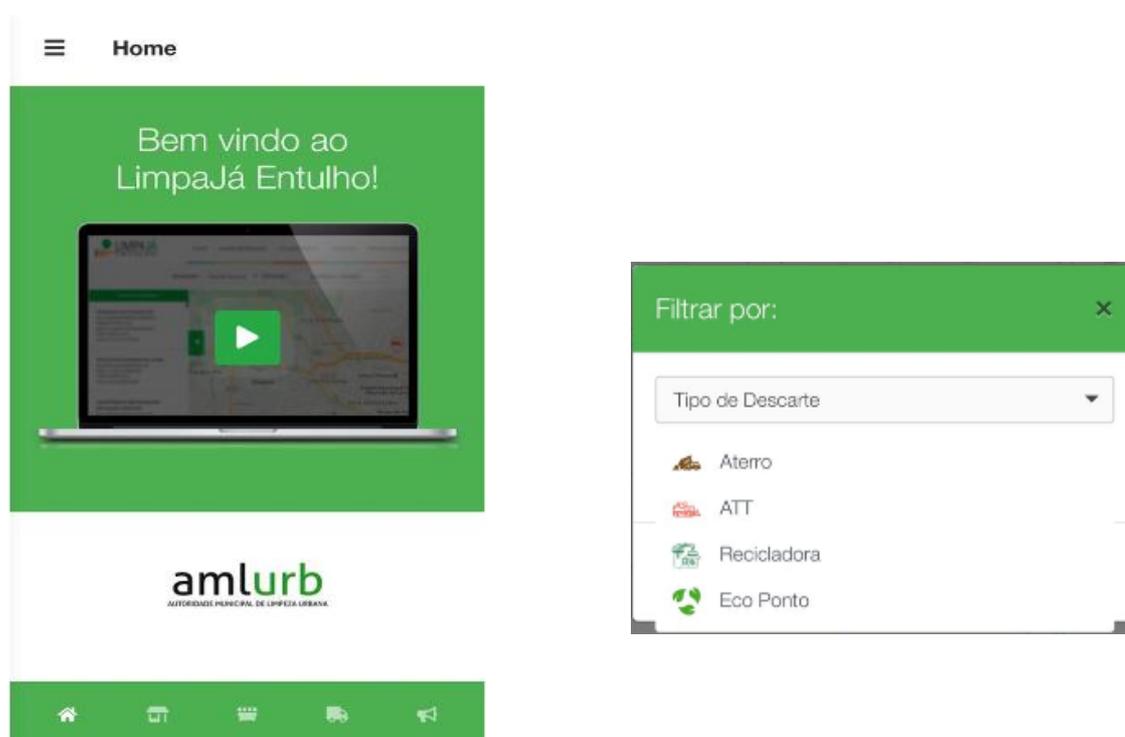
Em 2019, o município de Londrina-PR, por meio da Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), criou o programa “BOTA FORA, jogue limpo com sua cidade”, que consiste na limpeza de entulhos descartados irregularmente na cidade em três modalidades – limpeza de pontos de descartes irregulares, mutirões de limpeza e dia de “Bota Fora” para que a população de um determinado bairro coloque os materiais inservíveis na calçada para a CMTU recolher.

f) São Paulo

Em São Paulo, o decreto nº 4878/2006 tornou obrigatório o uso de materiais provenientes da reciclagem de RCD nas obras e serviços de pavimentação de vias públicas. Também existe um aplicativo, chamado Limpa Já Entulho, que possibilita ao usuário encontrar locais de descarte de resíduos, consultar transportadores e gerar ocorrências de fiscalização de

descartes, além de todos os endereços dos eco pontos da cidade. Essa ferramenta de comunicação integra o sistema de coletas online, implantado pela Prefeitura de São Paulo. O aplicativo tem como objetivo contribuir para redução dos pontos de descarte irregular de entulho, além de possibilitar que o munícipe verifique e acompanhe as caçambas que coletam esses entulhos. Na Figura 17 estão sendo apresentados a tela de entrada do aplicativo (a) e os filtros que podem ser aplicados para consulta de descarte (b).

Figura 17 –Capturas de tela do aplicativo Limpa Já Entulho



Fonte: LimpaJáEntulho (2019).

g) Panorama do Estado do Paraná

Kochem e Possan (2016), apresentaram o panorama de gerenciamento dos RCD em 20 municípios do estado do Paraná, selecionados pela divisão da Secretaria do Meio Ambiente, visando os principais municípios e as suas respectivas áreas de abrangência. As cidades estudadas foram Maringá, Londrina, Cornélio Procópio, Jacarezinho, Toledo, Cascavel, Campo Mourão, Ivaiporã, Ponta Grossa, Foz do Iguaçu, Pato Branco, Guarapuava, Irati, Curitiba e Paranaguá. O questionário aplicado possuía onze questões, nove a respeito da forma de gerenciamento e quantificação dos RCD e duas voltadas especificamente ao gerenciamento de resíduos de gesso. O quadro 8 apresenta a síntese dos resultados observados pelos autores.

Quadro 8 – Resumo dos resultados apresentados por Kochem e Possan (2016) para a situação do gerenciamento de RCD em vinte municípios do Paraná

Nº	Tema central da questão	Resultado
1	Responsabilidade pela destinação final dos RCD	73% dos municípios o gerador é o responsável pelo transporte/contratação do serviço de caçamba
2	Local utilizado para destinação final de RCD.	40% afirmaram que possuem áreas específicas para a destinação final dos RCD, porém a grande maioria não se trata de aterros licenciados. 20% adotam a prática de encaminhar os RCD juntamente com os RSU.
3	Ano de início da operação das unidades de destinação final de RCD	100% começaram a operar após a Resolução Conama nº 307 (BRASIL, 2002)
4	Volume mensal (m ³ /mês) aproximado recebido de RCD nas unidades	Variam de 34 a 8.715 m ³ /mês, mas não apresentam uma relação linear entre o número de habitantes e o montante de RCD coletado.
5	Triagem e separação dos RCD na disposição final	Somente 47% dos municípios realizam essa operação.
6	Existência de balança para controle de peso na unidade de destinação final	Apenas 40% das unidades de destinação final possuem balança para controle de peso, dessa forma, o controle das demais, é realizado por volume de resíduos recebidos.
7	Existência de Lei/Decreto que trate do gerenciamento de RCD	Apenas 33% declararam ter elaborado e aprovado o PGRCC.
8	Obrigatoriedade da apresentação do PGRCC na aprovação dos projetos arquitetônicos junto às Prefeituras	40% dos municípios exigem a apresentação do plano.
9	Obrigatoriedade da apresentação de algum documento comprobatório de destinação final para obtenção do Certificado de Conclusão de Obras e/ou Habite-se	40% dos municípios exigem a apresentação de algum tipo de documentação comprobatória da destinação final de RCD das referidas obras.
10	Destinação dos resíduos de gesso juntamente com os RCD	100% dos municípios responderam que sim, pois o gesso ainda é tratado como um resíduo "Classe C", sendo ignorado seu potencial de reciclagem.
11	Iniciativa de logística reversa para o gesso no município	Apenas dois municípios responderam positivamente, sendo eles Guarapuava, que declarou existir no município uma empresa que realiza a reciclagem para a fabricação de telhas e Cascavel que cita uma empresa que realiza a utilização do gesso em processos de compostagem agrícolas.

Fonte: KOCHEM E POSSAN (2016).

A partir dos resultados, os autores concluíram que o gerenciamento dos RCD no estado ainda é um desafio e que a necessidade de implementar políticas gerenciadoras e medidas norteadoras sustentáveis trará um aumento na eficácia dos processos, bem como no bem estar da sociedade.

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no perímetro urbano do município de Pitanga/PR, com coleta de informações em canteiros de obras e em locais de destinação dos resíduos da construção civil, bem como a partir do contato com a prefeitura municipal, por meio da Secretaria do Meio Ambiente e da Assessoria de Planejamentos e Central Municipal de Projetos e Planejamento Estratégico (CPLAN).

Segundo dados do IBGE (2019), Pitanga é um município brasileiro situado no Centro do estado do Paraná, Figura 18 (a), com coordenadas geográficas de Latitude 24° 45' 26" Sul e Longitude 51° 45' 41" Oeste. Possui área territorial de 1.663,747 km² e população estimada para 2020 de 30.310 pessoas. O município faz divisa com as cidades de Boa Ventura de São Roque, Manoel Ribas, Cândido de Abreu, Nova Tebas, Roncador, Mato Rico, Palmital e Santa Maria do Oeste. Situada a 952 metros de altitude, como apresentados na Figura 18 (b).

Segundo o Plano Diretor do Município de Pitanga, elaborado em 2016, a cidade está situada junto a escarpa que limita o Segundo Planalto, denominado Serra Geral ou da Esperança. O território de Pitanga está situado majoritariamente sobre a bacia do Rio Ivaí e uma pequena parte sobre a bacia do Rio Piquiri. Dos cursos de água que banham o município, pode-se citar Rio Palmital, Lajeado Grande, Fartura, Liso, Verê, Taquaruçu, Corumbataí, Jacutinga, Barra do Pelado, Barra Preta, Borboleta, Pitanga, Ernesto, do Meio, Cascata, Cantú e Marrequinha.

O clima é Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões frescos e geadas frequentes, com as médias anuais de temperaturas dos meses mais quentes inferiores a 22°C e dos meses mais frios inferiores a 18° C (SIMEPAR, 2019).

Ainda de acordo com o Plano Diretor, Pitanga tem economia baseada na agropecuária, com destaque às atividades agrícolas como cultivo do milho e da soja, embora nos últimos anos o cultivo de aveia, feijão, trigo, erva-mate, cevada e arroz também tenham sido marcantes. O município possui 41,1% do seu solo explorado para pastagem de gado e produção de leite (pecuária mista).

Figura 18 –Localização do município no estado do Paraná(a) e cidades limítrofes (b)



Fonte: IPARDES (2010).

4.2 SITUAÇÃO ATUAL DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO

A primeira fase do trabalho foi para levantamento de dados sobre a gestão de resíduos sólidos do município, a fim de realizar um diagnóstico sobre a situação atual e identificar os principais pontos para sugestão de melhorias. Os dados foram pesquisados junto à Prefeitura Municipal e suas secretarias, com destaque às secretarias do Meio Ambiente e de Obras.

Para se obter uma estimativa da geração de resíduos do município foram verificadas informações a partir de projetos e especificações construtivas aprovadas nos últimos anos, em que estavam mencionados o tipo, volume e classe dos resíduos, seguido pelo levantamento atual de dados sobre a destinação final adotada, com o propósito de caracterizar e documentar as etapas atualmente adotadas para o manejo dos resíduos sólidos em geral e, mais especificamente, os resíduos de construção e demolição.

Ainda, foi realizada pesquisa junto às construtoras e empresas coletoras de RCD do município com o objetivo de avaliar quantitativamente a geração desses, a partir de dados sobre contratação de caçambas pelas construtoras e informações desde a geração até a destinação final.

Destaca-se que esta etapa teve o intuito de auxiliar na proposição de estratégias que visem evitar problemas de ordem ambiental, social e legal associadas à gestão dos RCD no município.

4.3 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RCD NO MUNICÍPIO

Para o desenvolvimento dessa etapa, foi realizada pesquisa bibliográfica para identificar metodologias, equações, entre outros, que são propostos para mensurar os RCD em diferentes cenários, já que, segundo Levy (2007), a composição básica dos RCD pode variar muito de acordo com os sistemas construtivos adotados e a economia da região estudada. No presente trabalho, foram quantificados os RCDs através dos métodos de Wiens (2008), Lanzelloti *et al.* (2004), Marques (2009), Pinto (1999), Kourmpanis *et al.* (2008) e Angulo *et al.* (2011).

Wiens (2008) adota que o volume de RCD é 2,51 vezes maior que o volume de resíduos domiciliares. Lanzelloti *et al.* (2004) estimam que o volume de resíduos de construção é duas vezes maior que o lixo domiciliar, valor compartilhado com Marques (2009) o qual estima que para cada tonelada de lixo urbano recolhido são recolhidas duas toneladas de RCD.

Em função da falta de dados quantitativos sobre a geração de RCD, Pinto (1999) propôs e aplicou uma metodologia em 10 cidades brasileiras e observou que a geração variou de 230 a 760 Kg/hab./ano.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas e a Caixa Econômica Federal (2005) utilizaram três indicadores para mensurar o volume de RCD dos municípios, emissão de alvarás emitidos pelas Prefeituras, pesquisas junto às empresas coletoras de entulho quanto ao volume transportado e mapeamento quantitativo em áreas de disposição irregulares dos resíduos removidas pela Prefeitura.

Kourmpanis *et al.* (2008), por sua vez, apresentaram a Equação 1, para quantificar a geração de resíduos em construções.

$$CW = (NC + OC) * V * D \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

CW: Quantidade de resíduos gerados, em toneladas;

NC: Superfície da construção, em m²;

OC: Superfície da reforma, em m²;

V: Volume de resíduo gerado por 100 m² de superfície demolida de edificação (80m³ por 100m²);

D: densidade do resíduo gerado (1,6 ton/m³);

Outra referência para esta estimativa de resultados foi feita através do artigo publicado por Angulo et al. (2011), o qual apresenta dois métodos para estimar a geração de RCD, denominados método direto e método indireto.

4.3.1 Método indireto

Para a utilização deste método, utilizou-se os índices de geração de resíduos na construção analisados e estudados por Pinto (1999) e índice de geração de resíduos em reformas, apresentados por Morales *et al.* (2006).

Com os dados concedidos pela Secretaria de Obras do município foi realizada a estimativa de RCD através da Equação 2.

$$C = A_c \times \rho_c \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

C: Quantidade de Resíduo da Construção Civil por ano (t/ano);

A_c : Área construída por ano $\left(\frac{\text{m}^2}{\text{ano}}\right)$;

ρ_c : Índice de geração de RCC $\left(0,15 \text{ t} \frac{\text{RCC}}{\text{m}^2}\right)$;

Em seguida, foi realizado a estimativa de resíduos de demolição por ano, através da Equação 3.

$$D = A_d \times \rho_d \quad \text{Equação 3}$$

D: Resíduo na demolição por ano $\left(\frac{\text{t}}{\text{ano}}\right)$;

A_d : Área de demolição por ano $\left(\frac{\text{m}^2}{\text{ano}}\right)$;

ρ_d : Índice de geração de RCC $\left(0,47 \text{ t} \frac{\text{RCC}}{\text{m}^2}\right)$;

4.3.2 Método direto

Segundo Pinto (1999), para a utilização desse método, são necessários dados fornecidos por todas as empresas coletoras formais e informais, o que leva o método a um patamar de dificuldade elevada, devido ao vasto espaço urbano dos municípios. Este método envolve também informações quantitativas de caçambas/mês, com suas respectivas capacidades volumétricas.

O coeficiente de peso específico utilizado para as transformações tonelada/ano, foi 1,326t/m³, conforme estudado por Rocha (2006).

$$V = N \times C$$

Equação 4

V: Volume de resíduos de construção civil $\left(\frac{m^3}{mês}\right)$;

N: Número de caçambas por mês;

C: Capacidade das caçambas (m³);

Destaca-se que métodos de mensuração de resíduos de construção e demolição descritos podem resultar em valores com grande diversidade e variabilidade, devido a fatores como economia local, programas municipais que incentivam a construção, emissão de alvarás, eficácia dos sistemas de controle de órgãos emissores de alvarás de construção, reforma e demolição, entre outras variáveis construtivas que podem alterar o nível de confiabilidade dos métodos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

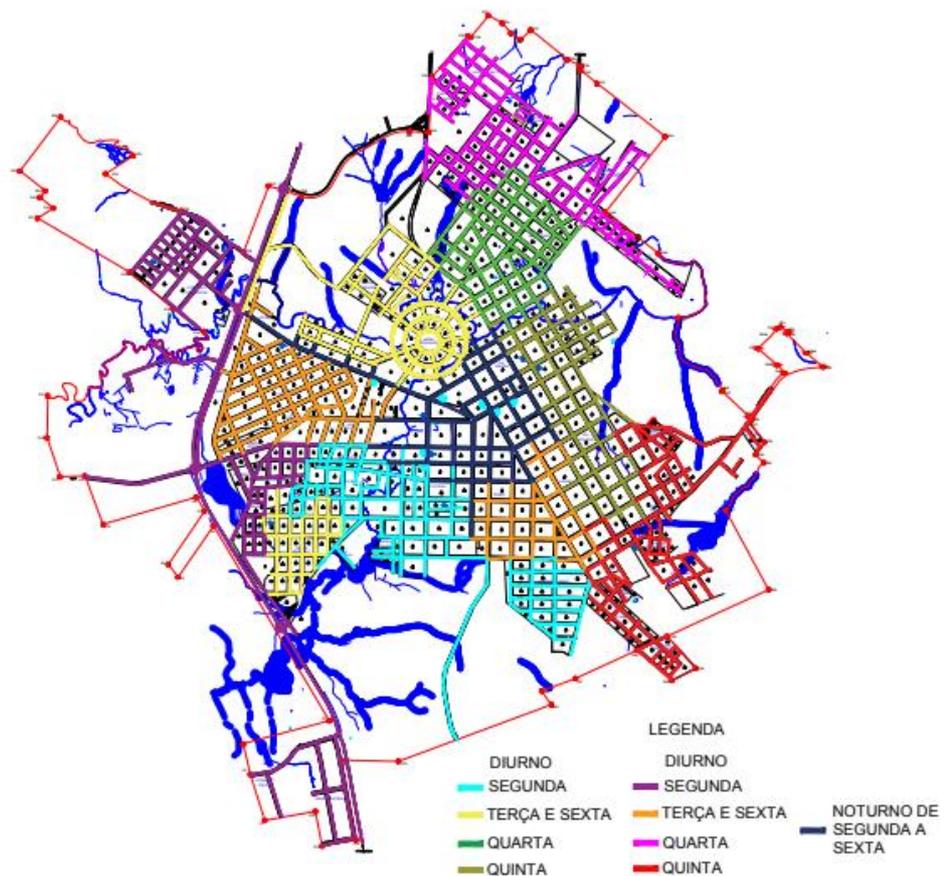
5.1 SITUAÇÃO ATUAL DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DO MUNICÍPIO

5.1.1 Coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares

Segundo o Plano Diretor do município, em Pitanga existe serviço regular de coleta e transporte de resíduos comuns, dividido em coleta convencional porta a porta e coleta em pontos de entrega voluntária (PEV). A prefeitura também realiza a coleta de resíduos verdes e eletrônicos.

A separação, acondicionamento e disposição dos resíduos para a coleta pública é de responsabilidade do gerador. Pitanga dispõe de quatro veículos para a coleta dos resíduos comerciais e domiciliares, atende 100% da população urbana, em três roteiros diferentes, dois diurnos e um noturno, como ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Roteiro da coleta seletiva no município de Pitanga



Fonte: Relatório da situação atual da coleta seletiva do município de Pitanga (2020).

5.1.2 Disposição dos resíduos em Pitanga

O município utiliza um aterro sanitário desde 2011, localizado na estrada rural do Barro Preto, Figura 20.

Figura 20 - Localização do aterro sanitário



Fonte: Google Maps (2020).

A fim de impedir a infiltração do lixiviado, foi colocada uma manta protetora para que não ocorra a poluição do solo e das águas subterrâneas e, também, há drenos e coletores para a escoamento do chorume/lixiviado até as lagoas de tratamento. Em área anexa ao aterro sanitário existe uma oficina de triagem, com aproximadamente 400m², para resíduos potencialmente recicláveis como papéis, plásticos, metais e vidros, que são coletados nos Pontos de Entrega Voluntarias (PEV). Para essa coleta são disponibilizados 2 caminhões baús, apresentados na Figura 21 (a) e (b) e 6 coletores.

Figura 21 – Caminhões baús utilizados na coleta seletiva no município



Fonte: Plano de gerenciamento de resíduos sólidos (2018).

Atualmente a usina de triagem conta com quatro esteiras, 2 prensas de papel, 2 prensas de lata, 2 elevadores de fardo, 2 balanças de 500 quilos, 1 prensa de plástico, 1 enfardadeira, produtos oriundos do programa RECICLO do Instituto das Águas do Paraná.

No ano de 2018, segundo o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a quantidade de resíduos recicláveis triados foi de 201,7 toneladas. A Associação dos Agentes Ambientais de Pitanga (AAGAP) conta com 26 colaboradores que desenvolvem o trabalho de triagem dos resíduos recolhidos, como apresentado na Figura 22 (a) e (b).

Figura 22 - Usina de triagem de materiais recicláveis do município



(a)



(b)

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente de Pitanga (2020).

5.1.3 Coletas de resíduos verdes

O município também realiza coleta de resíduos verdes, provenientes da manutenção de parques, áreas verdes e jardins, redes de distribuição de energia elétrica, entre outros e são classificados como troncos, galharias finas, folhas e materiais de capina e desbaste. A coleta desses resíduos pode representar um desafio ao gestor municipal, pois muitas vezes são misturados com outros resíduos, principalmente os de construção e demolição. Esse problema foi verificado durante visitas realizadas em campo e pode ser observado na Figura 23, a qual mostra resíduos de construção e demolição misturados com resíduos verdes.

Figura 23 - Caçamba localizada no centro do município



Fonte: Autoria Própria (2020).

Para essa coleta e destinação final, o município conta com um caminhão caçamba, um motorista e dois coletores, esse material, após coletado, é destinado ao aterro sanitário.

5.1.4 Coleta de Resíduos eletrônicos

De acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Pitanga, estima-se que a quantidade de resíduos eletrônicos gerada em 2018 foi de 228 toneladas. A coleta de resíduos eletrônicos existe desde 2014, é realizada de duas a três vezes por ano e conta com a parceria entre a Prefeitura Municipal de Pitanga, através da Secretaria de Meio Ambiente, com a empresa E-Lixo – Associação de Recicladores de Lixo Eletroeletrônicos, localizada em Londrina, única da região com licenciamento para a operação desse tipo de serviço.

5.1.5 Resíduos de construção e demolição

O município de Pitanga não realiza nenhum tipo de coleta ou ação de manejo dos Resíduos de construção e demolição e, portanto, o gerador é o responsável pela contratação de caçambas de empresas especializadas na destinação final destes resíduos. Ainda, segundo informações da Secretaria do Meio Ambiente o município não possui dados sobre a quantidade de resíduos de construção e demolição gerada, e não dispõe de lei específica para regulamentação desta atividade.

No Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município, de 2018, são elencadas 4 ações de gestão dos resíduos de construção e demolição, são elas:

- Agir em conjunto com o órgão ambiental estadual para exigir a licença ambiental das empresas prestadoras de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos da construção civil;
- Exigir os Projetos de Gerenciamento de RCD dos empreendimentos previstos na legislação e os Manifestos de Transporte de Resíduos (MTRs) das empresas transportadoras.
- Realizar um diagnóstico qualitativo e quantitativo de geração de RCD na cidade.
- Realizar campanhas de educação ambiental para sensibilizar e orientar os agentes envolvidos na cadeia de gestão de RCD, principalmente aqueles não organizados em associações de classe, quanto às legislações existentes sobre o tema, visando esclarecer as responsabilidades de cada agente.

Destaca-se que, destas quatro ações, as duas primeiras são da alçada do poder municipal, pois tem cunho administrativo e fiscalizados. Assim, as duas últimas ações foram priorizadas neste trabalho, pois demonstram o poder de contribuição do mesmo para a gestão dos RCD do município.

A partir de levantamentos *in loco* foram feitos registros fotográficos da problemática de acondicionamento e disposição de RCD no município.

Na Figura 24 pode-se observar caçambas contendo resíduos impróprios e incompatíveis com essa forma de acondicionamento. Um dos possíveis motivos para inserção de resíduos impróprios é que as caçambas estacionárias costumam ser colocadas junto ao passeio, em frente às obras, devido à falta de espaço ou de organização do canteiro de obras.

Figura 24 – Caçambas estacionárias com resíduos incompatíveis e perigosos



Fonte: Autoria Própria (2020).

Na Figura 25 (a), (b), (c), (d), (e), (f) e (g), estão apresentados oito locais distintos, onde constatou-se a disposição irregular de pequenos volumes pelo centro da cidade.

Figura 25 – Disposição irregular de pequenos volumes pelo centro da cidade



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

(h)

Fonte: Aatoria Própria (2020).

Ainda sobre a disposição inadequada, a Figura 27 (a), (b), (c) e (d), mostra quatro locais distintos, onde foram encontrados grandes volumes de RCD dispostos de forma irregular e inadequada.

Figura 26 – Locais de disposição irregular de grandes volumes no perímetro urbano.



(a)



(b)



(c)

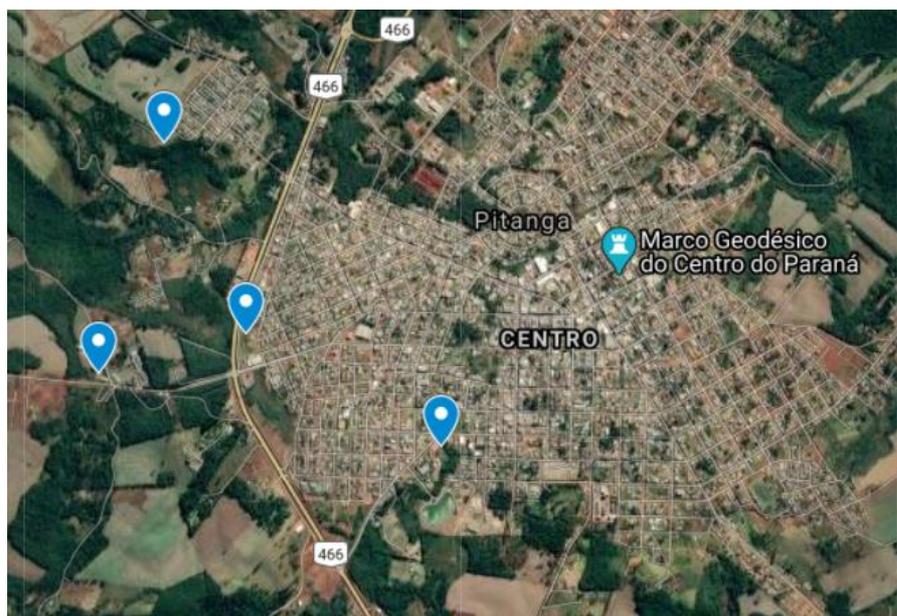


(d)

Fonte: Autoria Própria (2020).

As quatro áreas estão localizadas no perímetro urbano da cidade e, duas delas, são bastante próximas a áreas de preservação permanente. O mapeamento desses locais de descarte irregular pode ser observado na Figura 27.

Figura 27 – Mapeamento da disposição irregular de grandes volumes de RCD



Fonte: Autoria Própria (2020).

5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Para implantar e executar um plano de gerenciamento integrado de RCD é essencial obter um levantamento quantitativo desses resíduos para posterior planejamento e determinação das necessidades e ações a serem tomadas para execução deste plano de gestão. Através dos modelos e metodologias descritas no item 4.3, serão apresentados os resultados obtidos pelos métodos de Wiens (2008), Lanzelloti *et al.* (2004), Marques (2009), Pinto (1999), Kourmpanis *et al.* (2008) e Angulo *et al.* (2011), expondo e discutindo suas vantagens e desvantagens.

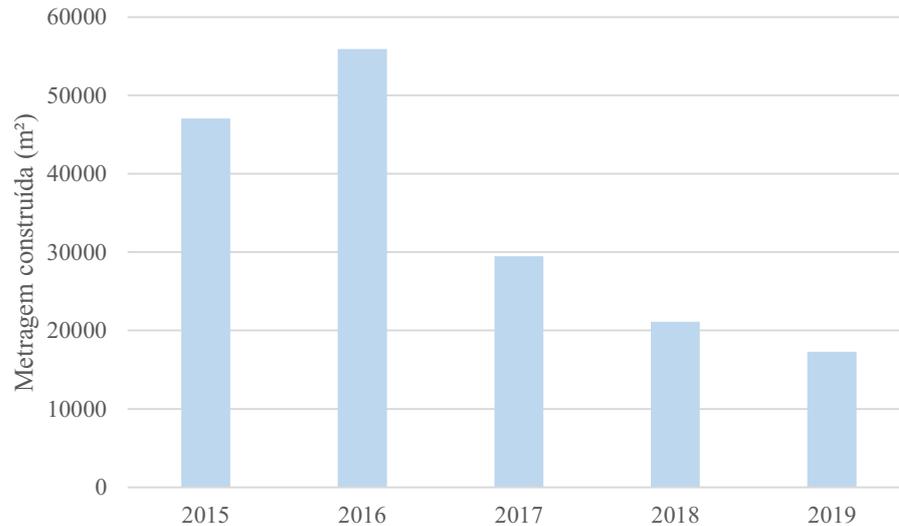
Dessa forma, pretende-se apresentar um referencial para que os gestores e administradores públicos do município possam observar a necessidade de um Plano de Gerenciamento para os RCD.

5.2.1 Classificação das obras

A partir dos dados das obras aprovadas entre os anos de 2015 e 2019, fornecidos pela Secretaria de Obras do município, foi possível diferenciar a metragem construída (Figura 28), demolida (Figura 29) e reformada (Figura 30) nesse período, contudo, destaca-se que esses dados podem estar subestimados, pois nem toda obra e, especialmente, reforma realizada, são informadas ao órgão municipal. Assim, considerando apenas os dados oficiais, nesse período

foram construídos 34.177,78 m²/ano, demolidos 1540,45 m²/ano e reformados 9.748,02 m²/ano, em média.

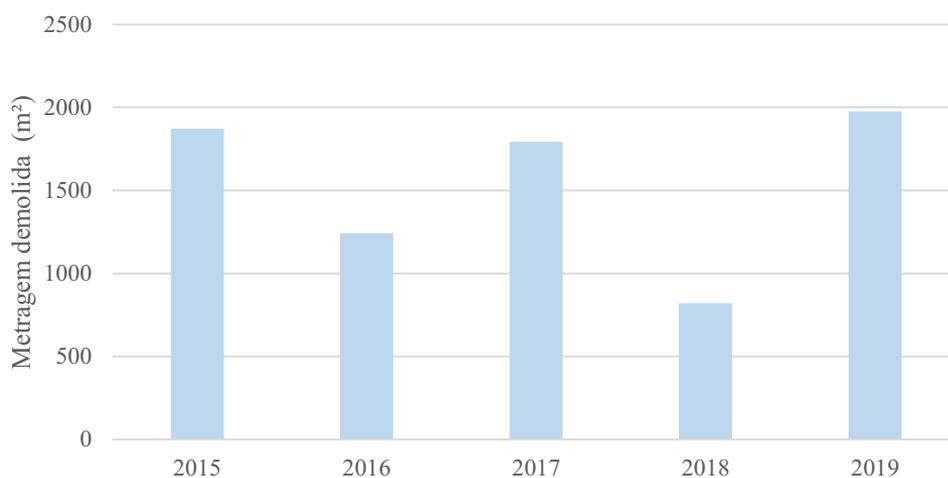
Figura 28 – Relação de metragem construída nos últimos 5 anos.



Fonte: Secretaria de Obras (2020).

Quanto a metragem construída, constatou-se que o de 2016 foi o ano de maior metragem construída, aproximadamente 40% maior que a média.

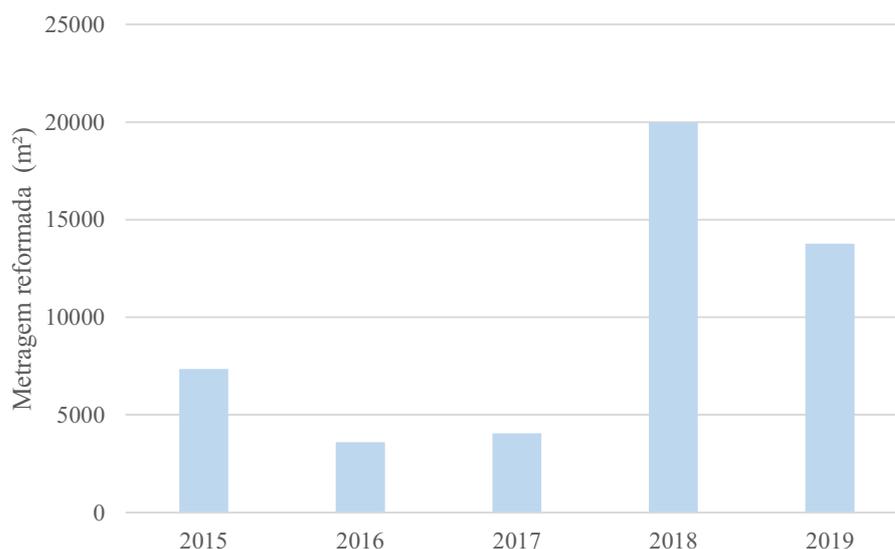
Figura 29 – Relação de metragem demolida nos últimos 5 anos.



Fonte: Secretaria de Obras (2020).

Nota-se que a metragem demolida é bem baixa em relação à construída, pode-se inferir que muitas vezes esse tipo de serviço é realizado sem passar pelo processo de regularização na Prefeitura.

Figura 30 - Relação de metragem reformada e ampliada nos últimos 5 anos



Fonte: Secretaria de Obras (2020).

Em relação às reformas e ampliações, observa-se que em 2018, a metragem teve alta de aproximadamente 490% em relação ao ano anterior, o que se justifica devido à realização de reformas de cinco Escolas Municipais (9.033,36 m²) e do ginásio de esportes (4.098,35 m²).

5.2.2 Quantificação com base na geração de resíduos domiciliares

Os autores Wiens (2008), Lanzelloti *et al.* (2004) e Marques propuseram índices para mensurar o quantitativo de RCD a partir dos valores de geração de resíduos sólidos domiciliares. Desse modo, foram utilizados os dados do SNIS (2018) que estima que cidades pertencentes a faixa populacional de 30.001 a 100.000 habitantes (faixa 2) apresentam geração *per capita* de 0,93 kg/hab./dia. A partir desse método, os resultados estimados para geração de RCD em Pitanga estão sintetizados no Quadro 9.

Quadro 9 - Quantificação pelos métodos

Autor	Resíduos Domiciliares (kg/hab./dia)	Índice de transformação	RCD estimado (kg/hab./dia)	RCD estimado (ton/ano)
Wiens (2008)	1,039	2,51	2,607	28.851,48
Lanzelotti <i>et al.</i> (2004)	1,039	2	2,078	22.989,22
Marques (2009)	1,039	2	2,078	22.989,22

Fonte: Autoria Própria (2020).

5.2.3 Quantificação com base em variáveis construtivas

A partir da equação proposta por Kourmpanis *et al.* (2008), e dos dados da secretaria de obras do município, obteve-se a estimativa apresentada no Quadro 10. Nesse método, a geração *per capita* do município seria 0,279 toneladas/hab./ano, valor coerente com o proposto por Pinto (1999), Abrelpe (2011) e Carneiro *et al.* (2001), que propõe geração de 0,230 a 0,760 toneladas/hab./ano

Quadro 10 – Estimativa quantitativa de resíduos de construção e demolição nos últimos 5 anos (Método de Kourmpanis)

Ano	Quantidade total estimada de RCD (toneladas)
2015	13.040,45
2016	9.471,91
2017	7.693,13
2018	4.307,14
2019	7.852,4
DESVIO PADRÃO	3.170,46
MÉDIA	8.473,01

Fonte: Autoria Própria (2020).

Verifica-se que o valor médio de 8.473,01 toneladas/ano, calculado por esse método, é 7% superior ao valor proposto pelo SNIS (2018), para cidades com faixa populacional de 30.001 até 100.000 habitantes, que é de 6.874,8 toneladas/ano.

5.2.4 Quantificação pelo método indireto

Também com os dados fornecidos pela Secretaria de Obras do Município, foi realizada a estimativa de RCD dos últimos cinco anos (2015, 2016, 2017, 2018 e 2019) através no método

indireto, em que a geração anual acumulada de resíduos de construção está ilustrada na Figura 31, cujos resultados foram obtidos a partir da multiplicação da metragem construída, reformada e demolida, pelo índice de geração de resíduos, conforme Equação 2.

Figura 31 – Quantificação através do método indireto



Fonte: Autoria Própria (2020).

Nos últimos cinco anos, estimou-se que foram geradas 25.633,33 toneladas de resíduos de construção, 7.311,015 toneladas de resíduos de ampliações e reformas e 3.895,15 toneladas de resíduos de demolição. Dessa forma, através do método indireto, foi obtido a quantidade de toneladas de RCD, nos últimos cinco anos, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Quantidade total estimada de RCD nos últimos 5 anos (Método indireto).

Ano	Quantidade total estimada de RCD
2015	9.042,92 toneladas
2016	9.516,42 toneladas
2017	5.873,48 toneladas
2018	6.546,99 toneladas
2019	5.859,68 toneladas
DESVIO PADRÃO	1.587,68 toneladas
MÉDIA	7.367,90 toneladas

Fonte: Autoria Própria (2020).

A partir destes dados, a estimativa da geração *per capita* de RCD para o município de Pitanga é de 0,243 toneladas/hab./ano, valor coerente com a metodologia de Pinto (1999), ABRELPE (2011), Carneiro *et al.* (2001), que apresentam valor entre 0,230 a 0,760 toneladas/hab./ano.

Verifica-se que o valor médio de 7.367,90 toneladas/ano, calculado por esse método, é superior ao valor proposto pelo SNIS (2018), para cidades com faixa populacional de 30.001 até 100.000 habitantes, que é de 6.874,8 toneladas/ano.

5.2.5 Quantificação pelo método direto

Para aplicação do método direto foi preciso obter o número de empresas coletoras de resíduos de construção e demolição que prestam serviço no município. Foi constatado a existência de uma empresa particular que informou que retira, em média, 50 caçambas por mês. Dessa forma, participam do cálculo quantitativo de resíduos as caçambas de obras formalizadas, como também as informais, sem restrições. A capacidade das caçambas é de 4m³, dessa forma, estima-se que sejam retirados 2400 m³ de resíduos de construção e demolição por ano. No quadro 12 está apresentada a síntese dos resultados a partir do método direto.

Quadro 12 – Dados da empresa particular coletora de caçambas

Número de caçambas que a empresa retira por mês	Volume da caçamba (m ³)	Total (m ³)	Yrcd (ton/m ³)	RCD estimado (ton/ano)
50	4	200	1,326	3.182,40

Fonte: Autoria Própria (2020).

Para aferir as informações dadas pela empresa, foi realizada coleta de informações com oito construtoras do município, sobre quantas caçambas retiram de suas obras por mês, em média. As informações fornecidas por essas construtoras encontram-se no quadro 13. Vale ressaltar que como o setor da construção não é estável, os dados podem variar ao longo dos meses e, principalmente, dos anos.

Quadro 13 – Estimativa das retiradas de caçambas pelas construtoras atuantes no município

Empresa	Caçambas/mês
A	7
B	8
C	6
D	3
E	3
F	5
G	3
H	5
Total	40

Fonte: Autoria Própria (2020).

Ao analisar as quantidades caçambas/mês informadas pelas construtoras do município, conclui-se que aproximadamente 80% das caçambas retiradas pela empresa particular são para as construtoras de edificações comerciais, residenciais ou mistas, cujas obras são quase sempre formalizadas, responsáveis pela geração de grandes volumes (acima de 4m³). Os 20% restantes, 10 caçambas/mês, provavelmente são retirados em obras informais, contudo, ressalta-se que esse volume possui representatividade no volume de resíduos gerados.

As construtoras também relataram que existem coletores informais, que utilizam seus próprios veículos, ao invés de caçambas, para fazer o acondicionamento e o descarte de RCD. Esses coletores informaram a quantidade retirada e o tipo de veículo utilizado. A partir disso, foi estimada a quantidade de RCD que é coletada. Na quinta linha, no campo coletor, denominou-se “diversos” a quantidade de RCD que os entrevistados relataram ser coletado por outros caçambeiros informais.

Quadro 14 – Dados das empresas coletoras informais de RCD

Coletor	Retiradas/ mês	Veículo	Volume de cada carga(m ³)	RCD estimado (ton/ano)
Coletor A	35	Mercedes-Benz 1519 Mercedes-Benz 1113 Ford Cargo 2628	10	5569,2
Coletor B	8	Caminhão MB 608	2,26	1260
Coletor C	5	Camionete C10	0,60	48
Coletor D	3	Camionete F1000	0,60	28,8
Diversos	20	Veículos caçambeiros	0,5	159,12
TOTAL				7.065,12

Fonte: Autoria Própria (2020).

A maior dificuldade para obtenção de informação junto aos coletores de RCD foi o receio e insegurança de informar os locais de descarte utilizados, de modo geral, constatou-se que estes resíduos são descartados em terrenos baldios a fim de serem utilizados como aterros. Um dos entrevistados citou o descarte destes resíduos em áreas rurais a fim de cascalhar estradas e acessos das propriedades.

Para realizar o quantitativo através do método direto foi somado a quantidade de RCD estimada para o caçambeiro formalizado às quantidades estimadas para os coletores informais do município, conforme apresentado no quadro 15.

Quadro 15 – Quantitativo de RCD através do método direto

Coletores	RCD estimado (ton/ano)
Empresa coletora de caçamba	3.182,4
Diversos Coletores	7.065,12
Total	10.247,52

Fonte: Autoria Própria (2020).

5.2.6 Avaliação comparativa dos métodos de quantificação direto e indireto.

No Quadro 16 estão apresentados os resultados para estimativa de geração de RCD no município de Pitanga a partir do método direto e indireto e a diferença entre eles, que pode ser explicada de diversas formas. Nos métodos que utilizam variáveis construtivas, deve-se atentar

ao fato de que nem todos os projetos são cadastrados nas planilhas da prefeitura, muitos dos empreendimentos não são construídos, reformados ou ampliados nos períodos avaliados. Além disso, o volume de RCD retirado pelas caçambas pode não ser exato, na maioria das vezes haverá o confronto entre as quantidades estimadas pelos caçambeiros com os alvarás emitidos, visto que muitas obras são feitas informalmente.

Nesse sentido, verifica-se a importância de estudos e pesquisas que reforcem a importância do tema, de modo que o poder público Municipal invista e incentive programas de gerenciamento de resíduos, para posterior dimensionamento, planejamento e execução do plano de gestão integrada dos RCD, promovendo sustentabilidade e otimização dos processos da construção civil.

Quadro 16 - Comparação entre o método direto e indireto

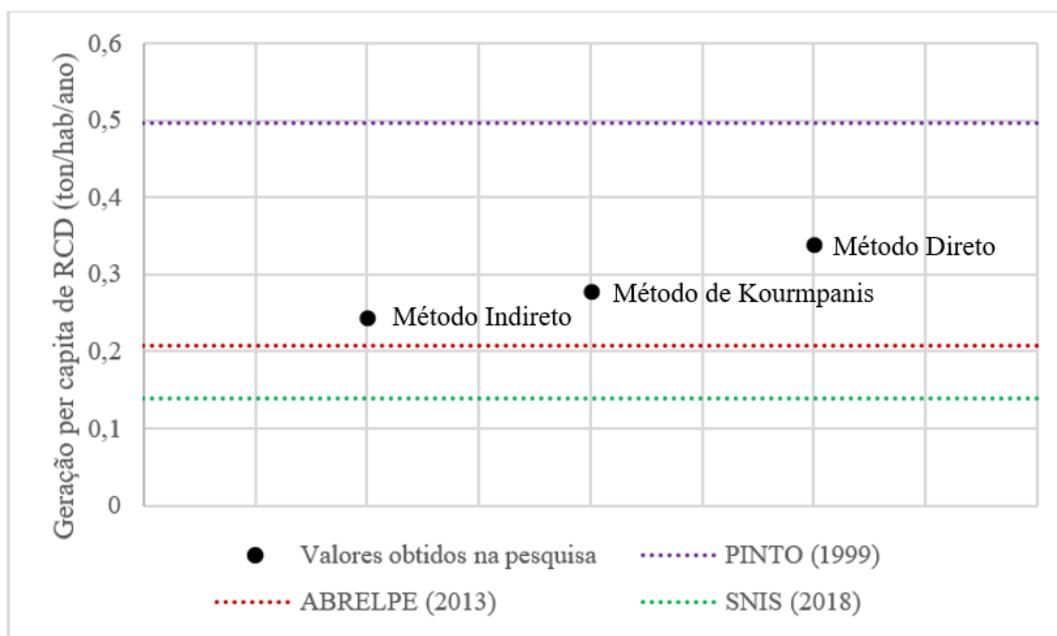
Método	RCD estimado (ton/ano)
Direto	10.247,52
Indireto	7.367,9
Diferença	2.879,62

Fonte: Autoria Própria (2020).

5.2.7 Resumo e análise dos resultados dos métodos de quantificação.

Na Figura 32 estão apresentados os índices de geração *per capita* de RCD calculados nesta pesquisa e apresentados nos itens anteriores, junto aos padrões referenciais propostos por Pinto (1999), ABRELPE (2013) e SNIS(2018).

Figura 32 – Estimativa de geração *per capita* de RCD para o município de Pitanga comparada aos valores propostos por Pinto (1999), ABRELPE (2013) e SNIS (2018)



Fonte: Autoria Própria (2020).

Dos três resultados, propõe-se a utilização taxa de geração *per capita* média de 0,286 ton/hab/ano como valor de referência para o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição de Pitanga.

5.3 PROPOSIÇÃO DE AÇÕES PARA MELHORIA DA GESTÃO E MANEJO DE RCD NO MUNICÍPIO

Para atender aos objetivos propostos para este trabalho, são propostas sete ações que poderiam ser avaliadas e colocadas em prática pelo Poder Público Municipal.

A primeira ação sugestiva é prever uma rede estratégica de Pontos de Entrega de Pequenos Volumes, também chamados de PEPV, que terão a finalidade de coletar RCD de pequenos geradores e coletores, evitando, com isso, que sejam depositados em áreas impróprias. Segundo o MMA (2006) esses pontos devem ser instalados próximos e, se possível, nas próprias áreas de disposição irregular. A NBR 15112/2004 estabelece algumas condições de implantação, projeto e operação dessas áreas, com controle qualitativo e quantitativo.

A segunda ação sugestiva é projetar uma área para manejo de grandes volumes, composta por áreas de transbordo e triagem, áreas de reciclagem e aterros de resíduos classe A. É importante ressaltar que essas áreas devem ser projetadas de acordo com as normas técnicas

pertinentes como, por exemplos, as NBR 15112, 15113, 15114. Cabe ao setor público regulamentar, fiscalizar e introduzir ações incentivadoras como apoio para obtenção de financiamentos para investimentos nessas áreas. Para escolha do local de instalação da área, deve-se considerar se existe área de preservação permanente próxima, como é o uso e ocupação do solo, etc.

A terceira ação sugestiva é realizar o credenciamento, na Secretaria do Meio Ambiente ou outro setor apropriado, dos transportadores de RCD para garantir o cumprimento das exigências propostas no PGRCD e possibilitar controle e identificação dos atores envolvidos no processo.

A quarta ação sugestiva é a redução ou até mesmo o corte das taxas de aprovação de pequenos projetos na prefeitura. Essa ação tem por objetivo evitar construções clandestinas e permitir a identificação e o controle das obras e, como consequência, dados mais concretos e compatíveis com a realidade do município, tanto sobre a geração em si quanto sobre a destinação final.

A quinta ação sugestiva é se utilizar dos princípios do poluidor-pagador e do protetor-recebedor, com alcance amplo, educativo e corretivo, evitando a ocorrência de danos ambientais. Nesse caso, seria possível, por exemplo, conceder ao empreendedor que comprovadamente adotar políticas sustentáveis na sua obra uma bonificação no sistema tributário.

A sexta ação é de ordem fiscalizadora, onde o órgão ambiental verificaria se as práticas determinadas no PGRCD estão sendo cumpridas. Pinto (2005) afirma que é recomendável que se permita um prazo de adaptação da situação atual para o novo sistema de gestão.

A sétima ação trata da implementação de programas informativos e de educação ambiental, pois a falta de informação gera severos danos e impactos ambientais negativos. Uma sugestão seria a realização de campanhas, palestras técnicas, inserção do tema programas de rádio, elaboração de cartilhas, entre outros, de modo a esclarecer as dúvidas da população com relação à geração, disposição, formas de transporte e destino dos RCD no município. Nestes programas poderia ser enfatizado sobre a importância de reduzir a geração de resíduos, reutilizar todo o material possível e, também, reciclar, de modo a fechar o ciclo de produção. Além disso, a partir do momento que o Poder Público Municipal determinasse as estratégias de gerenciamento para os pequenos e grandes geradores, conforme sugerido nas ações anteriores, os programas de educação ambiental poderiam realizar a divulgação para os trabalhadores e empreiteiros do setor, bem como para a população em geral.

As sugestões apresentadas devem buscar ações que estimulem e incentivem os atores sociais envolvidos de modo que a comunidade seja mais do que a beneficiária dessas ações, mas também atuante e defensora do PGRCD, proporcionando resultados em dimensões políticas, econômicas, ambientais, éticas, tecnológicas e sociais.

A partir do momento que o município tenha consolidado as ações práticas expostas acima, poder-se-ia avançar no sentido da utilização dos RCD como agregados na confecção de concretos, argamassas e base/sub-base de pavimentação. Essa utilização pode trazer diversos benefícios como a redução no consumo de recursos naturais, energia e custos de transporte. A utilização de ferramentas de reutilização e reciclagem, além de enriquecer o leque de opções de materiais de construção, traz redução de custos e proporciona retorno social devido ao seu alto potencial de geração de empregos e renda.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi subsidiar a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (PGRCD) para a cidade de Pitanga, PR, por meio da verificação da situação atual do gerenciamento dos RCD, caracterização quantitativa da geração de RCD com diferentes metodologias sugeridas na literatura e sugestão de alternativas para que o município implemente ações de gestão e gerenciamento de RCD, considerando a realidade local.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição de um município deve considerar aspectos econômicos, normativos, legais e ambientais do município, e prever artifícios que garantam a articulação de todas as partes envolvidas no processo, como geradores, contratantes, executores, fiscalizadores, projetistas, entre outros. O desafio da gestão de RCD, em âmbito municipal, está diretamente relacionado à falta de boas práticas do ponto de vista técnico e gerencial nas obras e ao baixo nível de percepção ambiental da população sobre a temática.

A partir de observações *in loco* em obras, constatou-se a ausência de ferramentas de racionalização nos métodos construtivos e administrativos empregados, a disposição dos RCD, na maioria das obras, é feita em caçambas metálicas, onde foram constatados diversos problemas, dentre eles a não segregação dos materiais de acordo com a classificação, o depósito de diversos resíduos sólidos domiciliares, partes de mobiliários, fraldas, galharias e até mesmo resíduos perigosos, o que acarreta riscos ambientais e sanitários.

Quanto à caracterização quantitativa foram observadas algumas divergências entre os métodos, que podem ser justificadas por fatores, dentre eles o coeficiente de peso específico utilizado, o número de obras licenciadas informadas pela Prefeitura e o referencial quantitativo fornecido pelos caçambeiros e coletores.

Assim, a partir dos resultados de diferentes métodos, determinou-se que a geração de RCD para o município é de 8.688,86 toneladas por ano, ou 0,286 ton/hab/ano, obtidos a partir da média entre os resultados desta pesquisa. Ao relacionar este dado com a taxa de geração *per capita* de Resíduos Sólidos Urbanos, estimada pelo Plano Municipal de Resíduos como 0,2847 ton/hab/ano, pode se afirmar que para cada tonelada de RSU são produzidos aproximadamente uma tonelada de RCD. Essa relação divergiu das propostas de Wiens (2008) e Marques (2009) que afirmam que a geração de RCD é de 2 a 2,5 vezes maior que a geração de RSU, contudo, é

preciso destacar que, especialmente a geração de RCD, varia muito em função das atividades econômicas e da renda da localidade.

Conforme dados informados pela Secretaria do Meio Ambiente, no município não existe nenhum local licenciado para receber os RCD. Por meio de contato informal com geradores e coletores, verificou-se a localização de alguns locais irregulares de disposição no perímetro urbano, que foram visitados, fotografados e mapeados. Ressalta-se a importância de que o município possua um local apropriado e devidamente estruturado para receber, controlar e gerenciar o manejo de RCD, além disso, fiscalizar para que não haja disposição em áreas clandestinas, que oferecem danos ambientais e degradam o espaço urbano.

Esta pesquisa evidencia a necessidade da elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição para o município estudado, que vise ações de disposição e destinação facilitada de pequenos e grandes volumes, diretrizes de preservação ambiental, implantação de leis e decretos que responsabilizem os agentes envolvidos na geração, transporte e destinação final, parcerias com a população e agentes de limpeza, estímulo a política dos 3R, reduzir, reaproveitar e reciclar. Por fim, cabe destacar que as ações de gerenciamento de RCD devem ter caráter permanente e educativo, para que os atores envolvidos na cadeia produtiva da construção civil possam cumprir suas responsabilidades sem provocar conflitos e impactos negativos à sociedade e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2018. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>. Acesso em 05 set. 2019.
- ANGULO, S. C. *et al.* **Resíduos de construção e demolição: Avaliação de métodos de quantificação**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 299 – 306, 2011. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/esa/v16n3/v16n3a13>>. Acesso em: 01 fev.2020
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 13221**: Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.
- BARBOSA, J. **PGRCC: evite multas na sua construção**. Rio de Janeiro: Fluxo, 2018. Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/pgrcc/>>. Acesso em:28 nov. 2019.
- BELO HORIZONTE. **Reciclagem de entulho**. 2018. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/reciclagem-de-entulhos>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução n. 307**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702>>. Acesso em: 1 nov. 2019.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução n. 283**: Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=281>>. Acesso em: 1 nov. 2019.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA; MINISTÉRIO DAS CIDADES - MC. **Áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos**: orientações para o seu licenciamento e aplicação da resolução CONAMA 307/2002. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/arquivos/4_manual_implantao_sistema_gesto_resduos_construo_civil_cp_125.pdf>. Acesso: 8 nov. 2019.

BRASIL. Lei Federal n. **9433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.433%2C%20DE%208%20DE%20JANEIRO%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,o%20inciso%20XIX%20do%20art.&text=1%C2%BA%20da%20Lei%20n%C2%BA%208.001,28%20de%20dezembro%20de%201989.>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Lei Estadual n. **12.493**, de 22 de janeiro de 1999. Institui princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 jan. 1999. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/LEIS/LEI_ESTADUAL_12493_DE_01_1999.pdf>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Lei Estadual n. **15.456**, de 15 de janeiro de 2007. Altera a Lei n. 12.493, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 jan. 2007. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-15456-2007-parana-altera-a-lei-no-12-493-de-22-de-janeiro-de-1999-que-dispoe-sobre-principios-procedimentos-normas-e-criterios-referentes-a-geracao-acondicionamento-armazenamento-coleta-transporte-e-destinacao-final-dos-residuos-solidos-no-estado-do-parana-visando-o-controle-da-poluicao-da-contaminacao-e-a-minimizacao-de-seus-impactos-ambientais>>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Lei Estadual n. **15.802**, de 18 de abril de 2008. Institui o Programa Paraná Limpo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 abr. 2008. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-15802-2008-parana-institui-o-programa-parana-limpo-conforme-especifica>>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Lei Federal n. **12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Lei Municipal n. **1567**, de 19 de abril de 2010. Dispõe sobre a Política de Proteção, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente do Município de Pitanga e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 jan. 2007. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/p/pitanga/lei-ordinaria/2010/157/1567/lei-ordinaria-n-1567-2010-altera-dispositivos-da-lei-n-1499-2008-que-tr>>. Acesso em: 18 set. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Informativo Econômico Construção Civil: Desempenho e Perspectivas**. 2011. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/05_Balanco_2011.pdf>. Acesso em: 18 set. 2019.

CARNEIRO, A. P. *et al.* Caracterização do Entulho e do Agregado Reciclado. In: CASSA, J. C. S. (Org.). **Reciclagem de Entulho Para a Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom**. Salvador: EDUFBA, 2001.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo. SP, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-28062010-212204/publico/Dissertacao_RodrigoEduardoCordoba.pdf>. Acesso em: 27 out. 2019.

CURITIBA. **Secretaria Municipal do meio ambiente - Programas**. 2019. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/sobre-a-limpeza-publica/341>>. Acesso em: 9 nov. 2019.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA – FIEB. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: Sistema FIEB, [2006]. Disponível em: <http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

FRANK. **O modo e os equipamentos para o acondicionamento dos resíduos em uma obra de construção civil**. [S. l.], 9 jun. 2017. Disponível em: <<https://engenhafrank.blogspot.com/2017/06/o-modo-e-os-equipamentos-para-o.html>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil. Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ)**, 2004. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7557/1/2006_eve_lfmheineck_racionalizacao.pdf> Acesso em: 1 dez. 2019.

GODECKE. M. V. *et al.* **O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Universidade FEEVALE/RS - REGET / UFSM - (e-ISSN: 2236-1170 , v(8), nº 8, p. 1700-1712. Artigo, 2012 . Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/reget>>. Acesso 5 dez. 2019 .

HOSHINO, M. A. *et al.* **Estimativa e Indicadores dos Resíduos Sólidos da Construção Civil para Implantação da Gestão Ambiental**, 2010. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

IBGE. **Censo Demográfico**, 2019. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/pitanga.html>>. Acesso em: 02 nov.2019.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995.278p.

IPARDES INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico: Município de Pitanga**. Pitanga: IPARDES, 2019. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85200>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil: Relatório de pesquisa**. Brasília: IPEA, 2012.

Disponível em:

<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7669/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo SINDUSCONPR. Gerenciamento de resíduos da construção civil. Disponível em: <<https://sindusconpr.com.br/gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-1960-p>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

JOINVILLE. **Saiba como descartar seu entulho corretamente**. 2018. Disponível em: < <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/Cartilha-Res%C3%ADduos-da-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil-Saiba-como-descartar-seu-entulho-corretamente-out2018.pdf>

>. Acesso em: 9 nov. 2019.

KOCHEM, K.; POSSAN, E. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduos de construção e demolição nos 20 maiores municípios geradores no Estado do Paraná**. Foz do Iguaçu, 2016. Disponível em: < <https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/civil/diagn%C3%B3stico%20do%20gerenciamento%20de%20res%C3%AADduo%20de%20constru%C3%A7%C3%A3o%20e%20demoli%C3%A7%C3%A3o%20nos%20%20maiores%20munic%C3%ADpios%20geradores%20do%20estado%20do%20paran%C3%A1.pdf>>. Acesso em: 12 out.2020.

KOURMPANIS, B. *et al.* **Preliminary study for the management of construction and demolition waste. Waste Management & Research**, Los Angeles, n.26, p.267-275, 2008.

Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/51423198_Preliminary_study_for_the_management_of_construction_and_demolition_waste>. Acesso em: 09 out.2019.

LANZELLOTTI, R.F. *et al.* **Desenvolvimento De Fluxograma De Beneficiamento Mineral Para resíduos Sólidos da Construção Civil**. – XX ENTMME – ENCONTRO NACIONAL

DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA – Florianópolis, 2004. Disponível em: < <https://ftp.cetem.gov.br/images/congressos/2004/CAC00140004.pdf>> Acesso em: 12 nov.2019.

LEVY, S. M. **Materiais reciclados na construção civil**. In: ISAIA, G. C. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: Ibracon, 2007. p. 1629-1657. Disponível em: < https://scholar.google.com.br/citations?user=6NI_-dkAAAAJ&hl=pt-BR#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Dpt-BR%26user%3D6NI_-dkAAAAJ%26citation_for_view%3D6NI_-dkAAAAJ%3Adshw04ExmUIC%26tzom%3D180>. Acesso 10 out.2019.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. CREA-PR, Paraná, 2009. Disponível em: <<https://www.crea-pr.org.br/ws/arquivos/5219>>. Acesso em: 7 nov. 2019.

LONDRINA. **Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC**. [S. l.], 20 dez. 2019. Prefeitura Municipal de Londrina Disponível em: <<https://cmtu.londrina.pr.gov.br/index.php/ult-noticias/1482-prefeitura-lanca-programa-bota-fora-jogue-limpo-com-sua-cidade.html>>. Acesso em: 02 fev. 2020.

MARQUES NETO, J.C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na Bacia Hidrográfica do Turvo Grande**. 2009. 629 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2019.

MOTA, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2 ed. Rio de Janeiro: Abes, 2000.

NAGALLI, A. Os resíduos de construção e demolição. In: NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Cidade: Oficina de textos, 2014.

PINTO, T. de P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: < http://www.mpdf.mp.br/saude/images/Meio_ambiente/Metodologia_gestao_diferenciada.pdf > Acesso em: 02 out.2019.

QUINTELA, E. J. A. M.; TORMO, E.; BERENGUER, F. **Desenvolvimento sustentável passado o século xx: Estabelecimento de parâmetros de aplicação**. Faculdade de Bellas-Artes de San Carlos, Junho de 2015. Disponível em: <<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54115/ALVES%20-%20DESENVOLVIMENTO%20SUSTENT%3%81VEL%20PASSADO%20O%20S%3%89CULO%20XX%3A%20ESTABLECIMIENTO%20DE%20PAR%3%82METROS%20DE%20APLICA%3%87%3%83O.pdf?sequence=1>>. Acesso em 9 dez, 2019.

SALVADOR. **Legislação LIMPURB**. 2018. Disponível em: <<http://www.limpurb.salvador.ba.gov.br/index.php/legislacao>>. Acesso em: 9 nov. 2019.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. **Matriz de indicadores de sustentabilidade para gestão de resíduos sólidos urbanos**. Eng. Sanit. Ambient. v.17, n. 2, p. 203-212, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a10v17n2>>. Acesso em 12 out.2019.

SANTOS, V. **Problemas causados pelos lixões**. 2019. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/biologia/problemas-causados-pelos-lixoes.html>>. Acesso em:28 nov. 2019.

SÃO PAULO. **Prefeitura lança aplicativo Limpa Já Entulho**. 2018. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/ermelino_matarazzo/noticias/?p=85561>. Acesso em: 9 nov. 2019.

SCHALCH, V. **Estratégias para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

SCHALCH, V. *et al.* **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. 2002. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/apostila_gestao_e_gerenciamento_de_rs_schalch_et_al.pdf>. Acesso em: 2 out.2019.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – USP, São Paulo. Disponível em:<https://www.ietsp.com.br/static/media/media_files/2015/01/23/Dissert_Schneider_-_DIs_de_RCC_na_Cidade_de_S%c3%a3o_Paulo.pdf>. Acesso em: 2 dez.2019.

SENAI; SEBRAE. **Gestão de resíduos na construção civil: Redução, reutilização e reciclagem**. 2005. Disponível em: <http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-deResiduos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf>. Acesso em:28 out. 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – **SNIS**. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Site institucional, 2008. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-rs-2010>>. Acesso em 27 set.2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – **SNIS**. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Site institucional, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-rs-2018>>. Acesso em 27 set.2019.

TICIANE, Ermínio. **Racionalização de projetos e redução dos custos ambientais na construção civil: o caso da Universidade das Américas- Uniamérica**. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103110>>Acesso em: 10 nov. 2019.

TUDO SOBRE CAÇAMBAS - **Locação de caçambas estacionárias para resíduos da construção civil.** [S. l.], 8 fev. 2018. Disponível em: <https://moon-jeddah.org/locacao-de-cacambas-estacionarias>. Acesso em: 25 nov. 2019.

UILIAM, F. **A imagem mostra as partes que compõem um aterro sanitário.** 2018. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/o-impacto-dos-lixoes/aterro-2/>>. Acesso em: 10 out. 2019

VALVERDE, F.M., **Agregados para construção civil, Balanço Mineral Brasileiro**, 2001. Disponível em :<<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/agregados-para-contrucao-civil.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2019

VIASOLO. **Aterro controlado.** Disponível em:<<http://www2.viasolo.com.br/?sustentabilidade=educacao-ambiental/valorizacao-de-residuos/aterro-controlado>>. Acesso em: 27 nov. de 2019

VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 4 ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. Disponível em: <http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2019.

WIENS, I. K. **A gestão de resíduos da construção civil: iniciativas na bacia hidrográfica Tietê-Jacaré e uma proposta para o Município de Bauru.** 2008. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Bauru, UNESP, Bauru. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/136668/000567042.pdf?sequence=1>> . Acesso em: 1 out. 2019.

YUAN, F.; SHEN, L.; **Emergy analysis of the recycling options for construction and demolition waste.** *Waste Management*, v. 31, n. 11, p. 2503-2511, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X11003060>> Acesso em: 28 set. 2019.