

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS
CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

RAQUEL SALLES DE ARAUJO

ESTUDO DE CASO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
NAS ESFERAS ACADÊMICA E INDUSTRIAL

BELO HORIZONTE

2022

RAQUEL SALLES DE ARAUJO

ESTUDO DE CASO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
NAS ESFERAS ACADÊMICA E INDUSTRIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no
Curso de Graduação em Engenharia de
Materiais do Centro de Educação Tecnológica
de Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Materiais

Orientador: Prof. Dr. Marcello Rosa Dumont

BELO HORIZONTE

2022

RAQUEL SALLES DE ARAUJO

ESTUDO DE CASO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
NAS ESFERAS ACADÊMICA E INDUSTRIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no
Curso de Graduação em Engenharia de
Materiais do Centro de Educação Tecnológica
de Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Materiais

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcello Rosa Dumont

Profa. Dra. Mayra Aparecida Nascimento

Prof. Dr. Ernane Rodrigues

BELO HORIZONTE

2022

RESUMO

Com o crescimento do setor da construção civil, observou-se um conseqüente aumento da geração dos resíduos da construção civil no país. A problemática desse setor está relacionada ao desperdício de materiais, segregação e disposição final incorreta dos resíduos, escassez de práticas de redução, reutilização e reciclagem na fonte, o que contribui para diversos impactos nas esferas ambientais, políticas e econômicas da sociedade como um todo. Dessa forma, faz-se necessário a implementação de atividades de gerenciamento atreladas à um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Apesar de no Brasil já existir uma legislação vigente voltada para esse tema, observa-se uma falha na implementação de processos necessários que asseguram isso. Neste trabalho foi realizado um estudo de caso quanto à aderência de um plano de gerenciamento por parte das construtoras selecionadas e processos utilizados por elas, bem como a destinação final dos resíduos, com o objetivo de comparar a legislação nacional vigente com as práticas das construtoras identificadas. Utilizando da metodologia de estudo de caso, foram explorados os universos acadêmico e industrial, por meio de uma revisão sistemática da literatura acerca do tema, e por meio de entrevistas de construtoras ativas no setor, respectivamente. Ao final do trabalho foram estabelecidas as aderências às práticas de gerenciamento das construtoras identificadas em cada um dos universos analisados. Dessa forma, foi possível fazer uma análise comparativa entre eles, de modo a concluir que existem divergências quanto à adesão do gerenciamento, porém havendo uma concordância quanto a quais processos são utilizados, e lugares de destinação final dos resíduos. Para o universo acadêmico destacam-se as construtoras adeptas ao gerenciamento, enquanto que no universo industrial destacam-se as construtoras não adeptas. Para ambos os universos observou-se uma tendência de prática conjunta e interligada de triagem, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos.

Palavras Chave: Gerenciamento de resíduos. Resíduos sólidos. Construção civil

ABSTRACT

With the growth of the construction sector, there was a consequent increase in the generation of construction waste in the country. The problem in this sector is related to the waste of materials, incorrect segregation and final disposal of waste, shortage of reduction, reuse and recycling at source, which contributes to various impacts in the environmental, political and economic spheres of society as a whole. Thus, it is necessary to implement waste management practices linked to a Civil Construction Waste Management Plan. Although in Brazil there is already a current legislation aimed at the management of civil construction waste, there is a failure to implement the necessary processes that ensure this. In this work, a case study was carried out regarding the adherence of a management plan by the construction companies and processes used by them, as well as the final destination of the waste, with the objective of comparing the current national legislation with the practices of the identified construction companies. Using the case study methodology, the academic and industrial universes were explored, through a systematic review of the literature on the subject and interviews with construction companies active in the sector, respectively. At the end of the work, adherence to the management practices of the construction companies identified in each of the analyzed universes was established. In this way, it was possible to make a comparative analysis between them, in order to conclude that there are divergences regarding the adhesion of the management, however, there is an agreement as to which processes are used, and places of final destination of the residues. For the academic universe, construction companies that are adept at management stand out, while in the industrial universe, construction companies that are not adept stand out. For both universes, there was a trend towards a joint and interconnected practice of sorting, packaging, transport and final disposal of waste.

Keywords: Waste management. Solid waste. Construction

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caracterização e classificação de resíduos sólidos.	16
Figura 2 – Estratégias para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos.	22
Figura 3 – Etapas da gestão e do gerenciamento de resíduos da construção civil.	24
Figura 4 – Etapas para realização de um estudo de caso.	26
Figura 5 – Fluxograma da metodologia utilizada para a construção de um estudo de caso.	27
Figura 6 – Fluxograma da metodologia utilizada para a construção de um estudo de caso aplicado à Engenharia.	28
Figura 7 – Fluxograma que descreve a metodologia utilizada no estudo de caso do presente trabalho.	29
Figura 8 – Fluxograma que representa a metodologia de revisão sistemática da literatura.	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Composição da cadeia produtiva da construção civil – 2019.	13
Gráfico 2 – Coleta de resíduos de construção e demolição pelos municípios no Brasil.	20
Gráfico 3 – Coleta de resíduos de construção e demolição pelos municípios nas regiões do Brasil.....	21
Gráfico 4 – Resíduos de construção civil gerados pelas construtoras identificadas nas publicações analisadas.	38
Gráfico 5 – Número de construtoras que gerou cada combinação de resíduos.	39
Gráfico 6 – Aderência das construtoras quanto aos processos de gerenciamento de resíduos de construção civil.....	39
Gráfico 7 – Processos utilizados pelas construtoras que praticam o gerenciamento.....	40
Gráfico 8 – Destinação final dos resíduos de construção civil do universo acadêmico.	41
Gráfico 9 – Percentual de construtoras entrevistadas localizadas em cada estado.....	43
Gráfico 10 – Resíduos de construção civil gerados pelas construtoras entrevistadas.	44
Gráfico 11 – Aderência das construtoras entrevistadas quanto à um plano de gerenciamento de resíduos de construção civil.....	45
Gráfico 12 – Processos utilizados pelas construtoras que apresentam um plano de gerenciamento de resíduos.....	45
Gráfico 13 – Destinação final dos resíduos de construção civil do universo industrial.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de perda segundo a sua natureza, momento de incidência e origem	19
Tabela 2 – Número de publicações encontradas para cada base de dados utilizada.	34
Tabela 3 – Publicações selecionadas para a coleta de dados e os respectivos dados extraídos.	36
Tabela 4 – Construtoras entrevistadas e as respectivas respostas obtidas quanto ao processo de gerenciamento de resíduos de cada uma.....	42

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVOS.....	12
2.1.	<i>Objetivo geral.....</i>	<i>12</i>
2.2.	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>12</i>
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1.	<i>Setor da construção civil no Brasil.....</i>	<i>13</i>
3.2.	<i>Resíduos sólidos.....</i>	<i>15</i>
3.3.	<i>Resíduos da construção civil.....</i>	<i>17</i>
3.4.	<i>Gerenciamento de resíduos.....</i>	<i>21</i>
3.4.1.	<i>Legislação vigente relacionada ao gerenciamento de resíduos da construção civil.....</i>	<i>23</i>
3.5.	<i>Estudo de caso.....</i>	<i>24</i>
3.5.1.	<i>Definição.....</i>	<i>24</i>
3.5.2.	<i>Estrutura.....</i>	<i>25</i>
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1.	<i>Planejamento.....</i>	<i>29</i>
4.2.	<i>Design do estudo.....</i>	<i>30</i>
4.3.	<i>Coleta de dados.....</i>	<i>31</i>
4.3.1.	<i>Referencial Acadêmico.....</i>	<i>31</i>
4.3.1.1.	<i>Periódicos Capes.....</i>	<i>32</i>
4.3.1.2.	<i>Google Scholar.....</i>	<i>32</i>
4.3.1.3.	<i>Science Direct.....</i>	<i>32</i>
4.3.2.	<i>Referencial Industrial.....</i>	<i>33</i>
4.4.	<i>Análise dos dados.....</i>	<i>33</i>
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
5.1.	<i>Coleta de dados.....</i>	<i>34</i>
5.1.1.	<i>Referencial Acadêmico.....</i>	<i>34</i>
5.1.2.	<i>Referencial Industrial.....</i>	<i>35</i>
5.2.	<i>Análise de dados.....</i>	<i>35</i>
5.2.1.	<i>Referencial Acadêmico.....</i>	<i>35</i>
5.2.2.	<i>Referencial Industrial.....</i>	<i>42</i>
5.2.3.	<i>Análise comparativa.....</i>	<i>48</i>

6. CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil exerce uma contribuição significativa para o desenvolvimento da economia de um país, especialmente quando considerada a quantidade de empregos que são gerados a partir do setor e a influência direta em todos os segmentos que produzem insumos, equipamentos e serviços para aplicação em seu processo produtivo (MARTINS, 2012).

Por outro lado, a indústria também possui grande influência no volume de geração de resíduos sólidos nas áreas urbanas de uma região. Observa-se um aumento de investimentos em diversos tipos de obras, desde a melhoria da infraestrutura pública à casas habitacionais (SCALONE, 2013). Com isso, a expansão das construções em seus diversos âmbitos consequentemente leva ao aumento de geração de resíduos, e o mal gerenciamento dos mesmos, ou a falta dele, acarreta em inúmeros impactos ambientais, sociais e econômicos para a sociedade.

Segundo Chagas (2008), o processo de gerenciamento envolve diversos fatores, sejam eles tangíveis ou intangíveis. Os fatores tangíveis, ou técnicos, são compostos pelas especificações necessárias, metodologias aplicáveis e informações e controles importantes que influenciam nas tomadas de decisão sobre o tema. Já os fatores humanos, aqueles intangíveis, dependem da habilidade do gestor em lidar com sua equipe com características e qualidades diferentes em prol do desenvolvimento e metas do time.

Para que uma obra evite perdas, desperdícios, e gestão incorreta dos resíduos finais, faz-se necessário o gerenciamento dos resíduos da construção civil, que são os processos que englobam a gestão dos diversos recursos da construção civil de forma a minimizar e até eliminar a geração dos resíduos, administrando a disposição daqueles que não puderam ser tratados ou reutilizados e assegurando o menor prejuízo possível ao meio ambiente. No processo de gerenciamento, os aspectos tangíveis abrangeriam todas as técnicas utilizadas, enquanto que os aspectos intangíveis contemplariam a mão de obra utilizada para a execução dos serviços necessários (CHAGAS, 2008).

Diante da problemática da geração de resíduos da construção civil, a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece a necessidade dos geradores desenvolverem e aplicarem o

Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) (BRASIL, 2002). A partir deste plano, o gerador fica responsável pelo acondicionamento desses resíduos e a disposição final adequada. Não é só a realização do PGRCC que deve ser feita, é preciso também que os geradores reproduzam em suas empresas a cultura de redução da geração de resíduos na fonte, assim como a reutilização na fonte e, por fim a reciclagem.

Para explorar o tema exposto, foi realizado um estudo de caso com foco na aderência de planos de gerenciamento por parte das construtoras e processos utilizados, utilizando como base as metodologias descritas por Miguel (2007), Noor (2008) e Yin (2009). Foram analisados os universos acadêmico e industrial de forma a abranger essas duas frentes do conhecimento. Os resultados obtidos para cada universo foram analisados e comparados, permitindo a formulação de conclusões.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Explorar, por meio de um estudo de caso, o cenário do gerenciamento de resíduos da construção civil no país nas esferas acadêmica e industrial.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar as tendências dos universos acadêmico e industrial quanto ao gerenciamento de resíduos da construção civil;
- Identificar e entrevistar empresas do ramo da construção civil acerca de seus processos de gerenciamento de resíduos;
- Comparar a legislação nacional vigente sobre o tema com as práticas em obras identificadas e relatadas em ambas as esferas acadêmica e industrial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

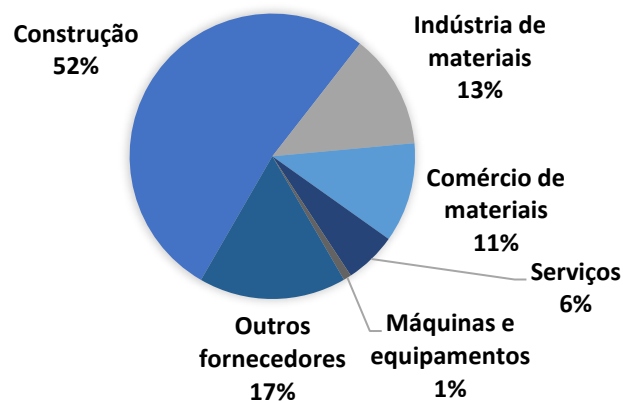
3.1. Setor da construção civil no Brasil

A economia brasileira é dividida em três grandes setores: Agropecuária, Indústria e Serviços, sendo a construção civil uma das principais esferas pertencentes ao setor industrial. O ramo da construção civil está diretamente relacionado ao desenvolvimento e produção nacional, assegurando o bem estar da sociedade e a preservação do meio ambiente, por meio de obras nos segmentos de infraestrutura e edificações (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2014).

A cadeia produtiva da construção civil tem seu macrossetor dividido em segmentos: construção, fornecedores de matérias-primas (indústria de materiais), comércio de materiais, máquinas e equipamentos para construção, serviços e distribuições relacionados à construção (MARTINS, 2012).

Mesmo que o macrossetor seja composto por vários segmentos, a construção em si possui maior relevância na cadeia produtiva, por ser o principal ramo consumidor dos demais materiais e serviços que a compõem, e quando considerada a representatividade de 52% na composição da cadeia, conforme observado no Gráfico 1 do banco de dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2020).

Gráfico 1 – Composição da cadeia produtiva da construção civil – 2019.



Fonte: Adaptado de CBIC, 2020.

O setor da construção civil ocupa posição de destaque na economia brasileira, uma vez que dispõem de uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) do país e também pelo contingente de pessoas que emprega, direta ou indiretamente. Responsável por 6,2% do PIB do Brasil, o ramo da construção civil representa 34% do total da indústria brasileira (IBGE, 2019).

Segundo dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) (2019), as 125,1 mil empresas ativas no ramo realizaram incorporações, obras e/ou serviços da construção no valor de R\$ 288,0 bilhões em 2019. Tais empresas pagaram o que totaliza R\$ 56,8 bilhões em salários, retiradas e outras remunerações para 1,9 milhão de indivíduos.

Apesar de ser uma das principais motivadoras da economia de um país, a indústria da construção civil é considerada uma das maiores geradoras de resíduos do mundo. Estatísticas revelam que a demanda global dos agregados da construção irá aumentar de 45 bilhões de toneladas em 2017 para 66 bilhões até 2025. Atualmente, estima-se que mais de 10 bilhões de toneladas de resíduos oriundos da construção civil são geradas no mundo, implicando em uma série de impactos ambientais, tais como o consumo excessivo de matérias primas e energia, e a elevada emissão de gases de efeito estufa, além da quantidade expressiva de entulho e seu descarte inadequado (SILVA *et al.*, 2020 apud MARQUES *et al.*, 2020).

De acordo com Martins (2012) o macrossetor da indústria da construção civil é o principal gerador de resíduos da economia brasileira – pondera-se que ele seja responsável por cerca de 40% dos resíduos.

No país, a precaução com resíduos de maneira geral é relativamente recente. A pauta não vinha sendo prioridade, diferentemente de países desenvolvidos a exemplo dos Estados Unidos da América, no qual ao final da década de 1960 uma política de resíduos denominada *Resource Conservation and Recovering Act* já havia sido implementada (SAMPAIO *et al.*, 2019).

Os impactos ambientais, sociais e econômicos provenientes do gerenciamento inadequado dos resíduos da construção civil requerem soluções rápidas e eficazes para sua gestão apropriada, as quais devem ocorrer em forma de ação conjunta da sociedade: poderes

públicos, setor industrial da construção civil e sociedade civil organizada. As políticas ambientais voltadas para o tema devem se referir ao adequado manuseio, redução, reutilização, reciclagem e disposição desses resíduos (Federação das Indústrias do Estado da Bahia, 2005).

3.2. Resíduos sólidos

Os resíduos sólidos são originados de qualquer atividade humana – são subprodutos dos processos econômicos, os quais incluem consumo, atividades extrativistas, produção industrial e de serviços (MARTINS, 2012).

Por muitos anos não houve preocupação ou implementação de políticas públicas relacionadas aos impactos ao meio ambiente, gerenciamento e destinação final dos resíduos sólidos no Brasil. No entanto, esse cenário começou a mudar e diante disso a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleceu critérios de definição e classificação dos resíduos sólidos, visando fornecer subsídios para seu gerenciamento e, com isso, atenuar seus impactos ambientais (MARTINS, 2012).

Segundo a norma NBR 10004:2004:

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos 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 corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

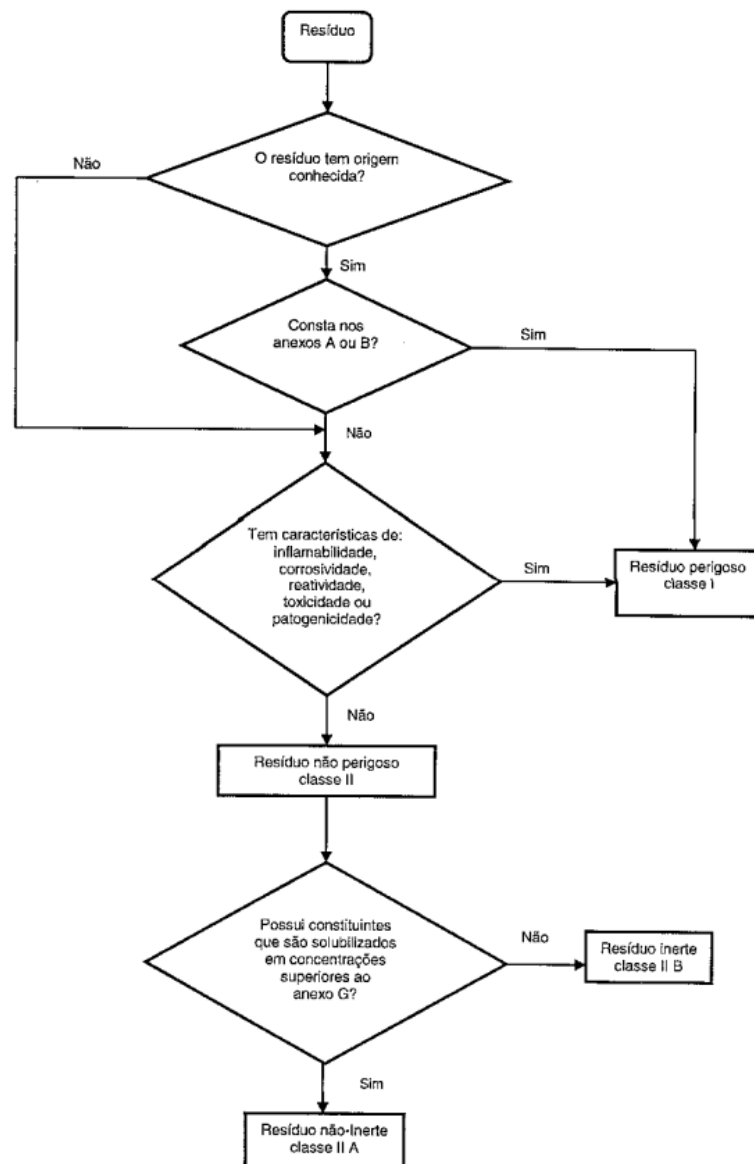
Ainda, a norma prevê que a classificação dos resíduos depende da identificação do processo ou atividade que os gerou, e também de seus constituintes e características, assim como a comparação desses constituintes com a listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Dessa forma, conforme a NBR 10004:2004, os resíduos são classificados em:

- Resíduos classe I – Perigosos;
- Resíduos classe II – Não perigosos;
 - Resíduos classe II A – Não inertes;
 - Resíduos classe II B – Inertes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Na Figura 1, pode-se observar como é dada a caracterização e classificação dos resíduos sólidos.

Figura 1 – Caracterização e classificação de resíduos sólidos.



Fonte: ABNT, 2004.

Por sua vez, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12305/2010, classifica os resíduos sólidos segundo alguns critérios:

- I. Quanto à origem:
 - a. Resíduos domiciliares;
 - b. Resíduos de limpeza urbana;
 - c. Resíduos sólidos urbanos;
 - d. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
 - e. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;
 - f. Resíduos industriais;
 - g. Resíduos de serviços de saúde;
 - h. Resíduos da construção civil;
 - i. Resíduos de serviços de transporte;
 - j. Resíduos da mineração.
- II. Quanto à periculosidade:
 - a. Resíduos perigosos;
 - b. Resíduos não perigosos (BRASIL, 2010).

3.3. Resíduos da construção civil

Os resíduos da construção civil são definidos como:

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).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002 divide os resíduos da construção civil em quatro classes, são elas:

- I. Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a. de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

- b. de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
 - c. de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio, etc.) produzidas nos canteiros de obras.
- II. Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
- III. Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
- IV. Classe D: resíduos perigosos provenientes do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2002).

Assim, os resíduos da construção civil enquadram-se em sua maioria na classe II B da norma ABNT NBR 10004:2004 por serem constituídos de materiais inertes, passíveis de reaproveitamento ou reciclagem (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Os resíduos provenientes da construção civil são gerados a partir das perdas e desperdícios ao longo de todas as etapas da construção, sendo elas: projeto, planejamento, suprimentos e gerência da obra. Comumente verifica-se uma divergência entre a quantidade de material planejada e a quantidade real utilizada (LINHARES *et al.*, 2007).

Na Tabela 1 são apresentados exemplos de perda segundo a sua natureza, momento de incidência e origem.

Tabela 1 – Exemplos de perda segundo a sua natureza, momento de incidência e origem

Natureza	Exemplo	Momento de incidência	de Origem
Superprodução	Produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho.	Produção	Planejamento: falta de procedimentos de controle.
Manutenção de estoques	Deterioração da argamassa estocada.	Armazenamento	Planejamento: falta de procedimentos referentes às condições adequadas de armazenamento.
Transportes	Condições inadequadas para transporte.	Recebimento, transporte, produção.	Gerência da obra: falha no planejamento de meios para executar o transporte de materiais.
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias entre os postos de trabalho.	Produção	Gerência da obra: falta de planejamento das sequências de atividades e dos postos de trabalho.
Espera	Parada na execução dos serviços por falta de material.	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras
Fabricação de produtos defeituosos	Espessura de lajes e vigas diferentes das especificadas em projeto.	Produção, 'inspeção	Projeto: falhas no sistema de fôrmas utilizado.
Processamento em si	Necessidade de quebrar uma laje depois de pronta para passagem de instalações.	Produção	Planejamento: falhas no sistema de controles. Recursos humanos: falta de treinamento aos funcionários.
Substituição	Substituição do acabamento em pintura especificado em projeto por acabamento em pastilha cerâmica.	Produção	Planejamento: falhas no sistema de controles. Suprimentos: falhas na programação de compras.

Fonte: Adaptado de FIEB, 2005.

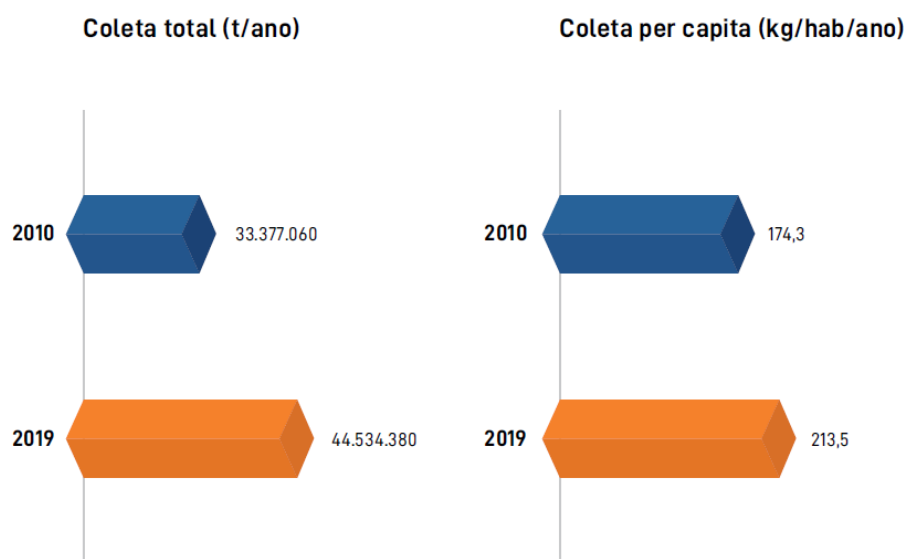
Tais perdas e desperdícios podem ser segmentados em dois grupos: aqueles que saem das obras, denominados entulhos, e aqueles que ficam incorporados nas próprias obras, como, por exemplo, em sobreespessura de emboço (AGOPYAN *et al.*, 2003).

Na cadeia produtiva da construção civil praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor são geradoras de entulho, o que corresponde em média a 50% do material desperdiçado, em decorrência do alto índice de perdas neste setor (SAMPAIO *et al.*, 2019).

Segundo Linhares *et al.* (2021) o maior potencial de geração de entulho é proveniente de pequenas construções e reformas. Essas atividades, que geralmente são construções informais, ilegais e isentas de licenciamento, apesar de representarem isoladamente pequena quantidade de resíduos de construção e demolição, em conjunto configuram valores expressivos resultantes da alta frequência de ocorrência.

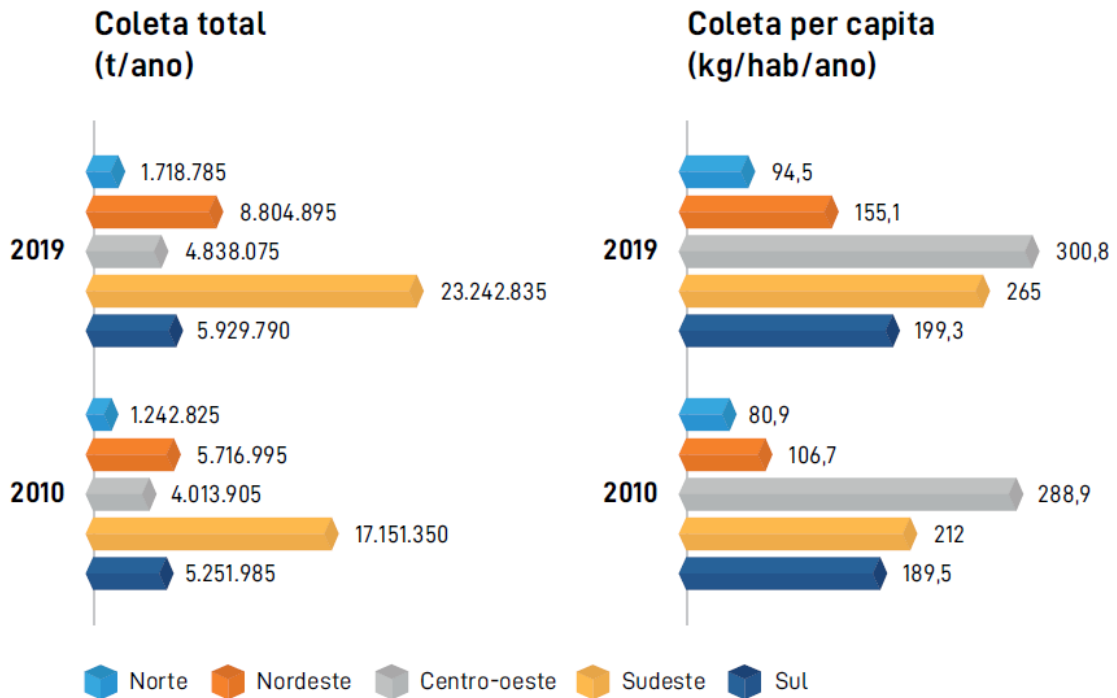
No que se diz respeito ao volume de resíduos gerados, foi registrado aumento quantitativo na última década, passando de 33 milhões de toneladas em 2010 para 44,5 milhões em 2019. Com isso, a quantidade coletada per capita cresceu de 174,3kg para 213,5kg por habitante, anualmente (ABRELPE, 2020). Tais dados podem ser observados nos Gráficos 2 e 3 abaixo:

Gráfico 2 – Coleta de resíduos de construção e demolição pelos municípios no Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2020.

Gráfico 3 – Coleta de resíduos de construção e demolição pelos municípios nas regiões do Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2020.

Pode-se concluir que um planejamento sustentável é necessário para que se os impactos causados por um gerenciamento ineficaz dos resíduos no meio ambiente e na saúde pública sejam minimizados.

3.4. Gerenciamento de resíduos

O gerenciamento do crescente volume gerado de resíduos sólidos é pauta dos principais problemas do mundo atual, quando se leva em consideração os riscos de esgotamento dos recursos naturais e os impactos ao meio ambiente e à saúde pública (LINHARES *et al.*, 2007).

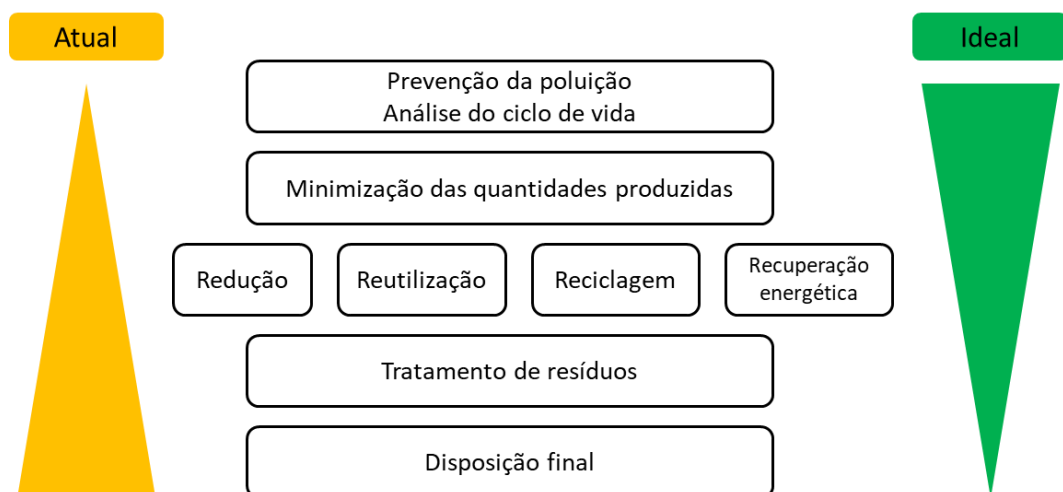
A gestão de resíduos sólidos é um conceito que engloba atividades de tomada de decisões estratégicas e de organização do setor para essa finalidade, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios. Já o termo gerenciamento de resíduos sólidos se refere ao aspecto tecnológico e operacional da questão, pois envolve fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho – exemplo: qualidade e produtividade – e está

diretamente relacionado à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos (SCHALCH *et al.*, 2002).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12305/2010, estabelece uma ordem de prioridade no que se diz respeito à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos. É ela: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada. A lei também assegura o uso de tecnologias voltadas à recuperação energética dos resíduos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (BRASIL, 2010).

Na Figura 2 é possível observar a situação atual e ideal de estratégia de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, de acordo com a PNRS. Nela, é possível observar que o cenário atual tem como principal atuação o tratamento e disposição final dos resíduos, e não a prevenção da poluição, com menor ocorrência, diferentemente do cenário ideal, no qual a meta é o foco na prevenção da poluição juntamente com a análise do ciclo de vida, e diminuição do volume de atividades, com a finalidade de reduzir o volume de resíduos a serem tratados, e até mesmo da inexistência da disposição final (MARTINS, 2012).

Figura 2 – Estratégias para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado Martins, 2012.

3.4.1. Legislação vigente relacionada ao gerenciamento de resíduos da construção civil

No Brasil, as políticas públicas relacionadas ao gerenciamento de resíduos da construção civil visam impulsionar as empresas geradoras a dispor de uma postura gerencial que implemente medidas que proporcionem a redução do volume de resíduos produzidos (Federação das Indústrias do Estado da Bahia, 2005).

A Resolução CONAMA nº 307/2002, em vigor desde janeiro de 2003, é considerada a principal ação efetivada em termos legais que objetiva a mudança nesse cenário (BRASIL, 2002). O gerenciamento dos resíduos da construção civil é definido pela Resolução CONAMA nº 448/2012 (BRASIL, 2012), que alterou a definição da Resolução CONAMA nº 307/2002, como:

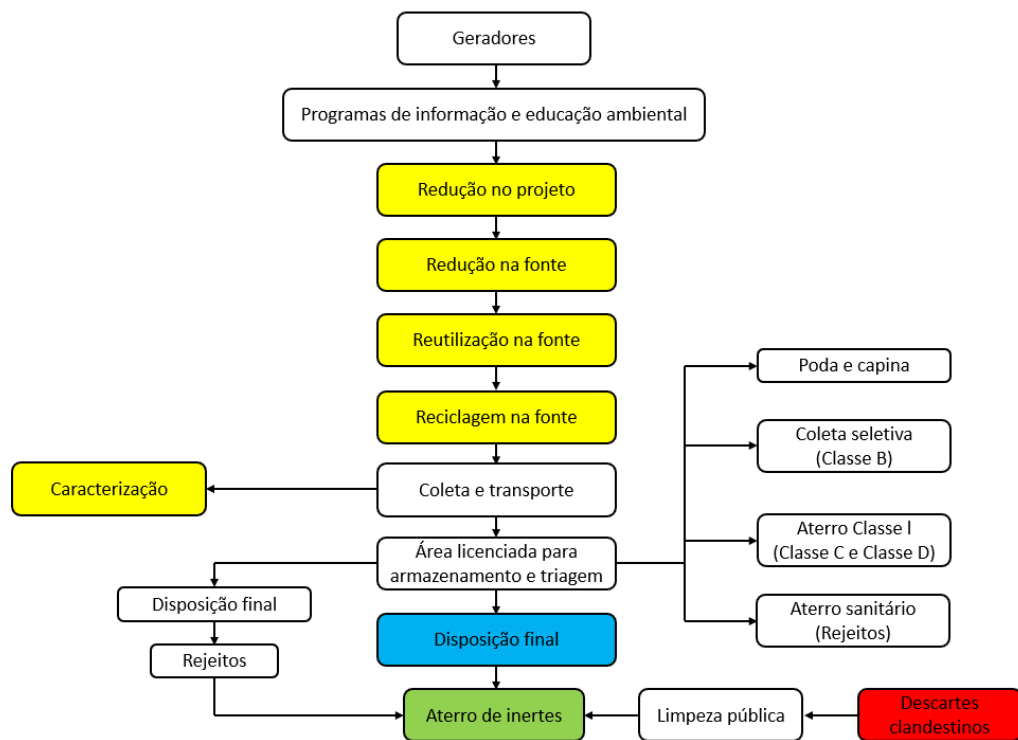
[...] conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2012).

Tal Resolução prevê que Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil sejam elaborados e implementados pelas empresas geradoras com o objetivo de estabelecer os seguintes procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos, que podem ser definidos como:

- I. Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II. Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade;
- III. Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos que seja possível as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV. Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V. Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido por esta Resolução (BRASIL, 2012).

Diante disso, é possível definir alguns procedimentos que podem possibilitar a melhoria na eficácia da realização da gestão e gerenciamento de resíduos, independentemente de sua especificidade e tipo. A Figura 3 esquematiza as etapas da gestão e do gerenciamento dos resíduos na construção civil.

Figura 3 – Etapas da gestão e do gerenciamento de resíduos da construção civil.



Fonte: Adaptado de Martins, 2012.

Dito isso, nas obras civis as empresas envolvidas e responsáveis devem se organizar de maneira que todas as etapas do processo sejam executadas de forma eficiente e eficaz a fim de cumprir as etapas previstas em planos e programas relacionados ao gerenciamento em questão.

3.5. Estudo de caso

3.5.1. Definição

A metodologia de um estudo de caso pode ser definida como:

Uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o caso) com profundidade e dentro de seu contexto no mundo real (HOLLWECK, 2015).

Esse tipo de metodologia tem como principal objetivo examinar a fundo um problema que ainda não foi totalmente definido, a fim de desenvolver hipóteses, conclusões e, assim, propor soluções para tal. Além disso, tem-se geralmente a tentativa de esclarecer os motivos pelos quais um conjunto de decisões foi tomado e expor os resultados obtidos (MIGUEL, 2007).

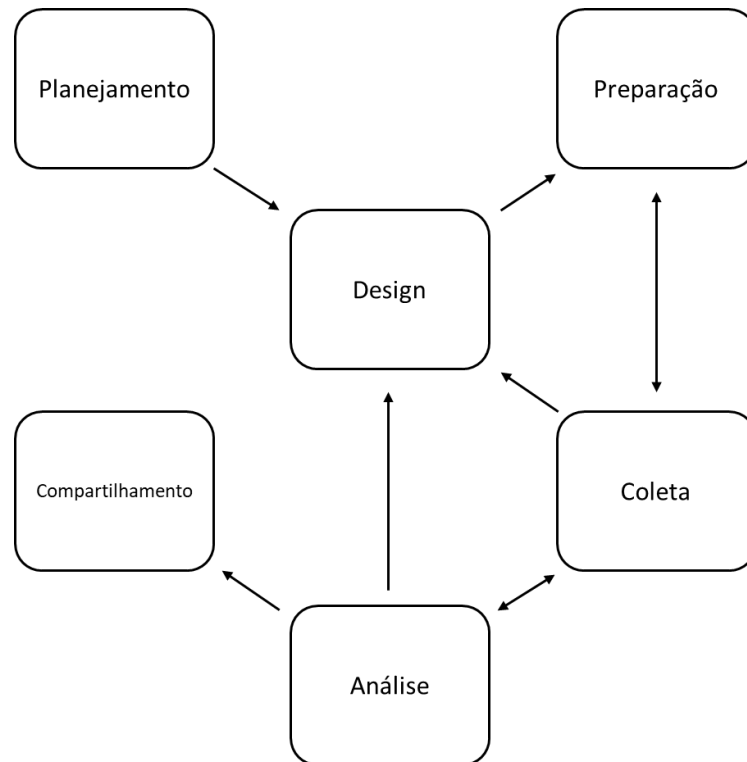
O “caso” é o objeto de estudo, e deve ser escolhido de forma que seja um fenômeno contemporâneo, ao mesmo tempo que seja uma unidade complexa e funcional a ser investigada dentro de seu contexto por meio de diversos métodos (JOHANSSON, 2003).

3.5.2. Estrutura

A metodologia para elaboração de um estudo de caso, embora seja utilizada e descrita em diversos trabalhos acadêmicos, ainda não é pautada por nenhuma norma ou padronização. Sua estruturação pode ser feita de diferentes formas, porém a maioria dos trabalhos acaba seguindo um padrão em larga escala, diferenciando-se nas etapas menores. Segundo Baskarada (2014), um dos processos de desenvolvimento desse tipo de metodologia mais aceito universalmente tem como base o trabalho de Yin (2009), o qual descreve a construção de um estudo de caso em seis etapas: planejamento, design, preparação, coleta, análise e compartilhamento.

Na Figura 4 são exibidas tais etapas e a forma como estão relacionadas.

Figura 4 – Etapas para realização de um estudo de caso.



Fonte: Adaptado de Baskarada, 2014.

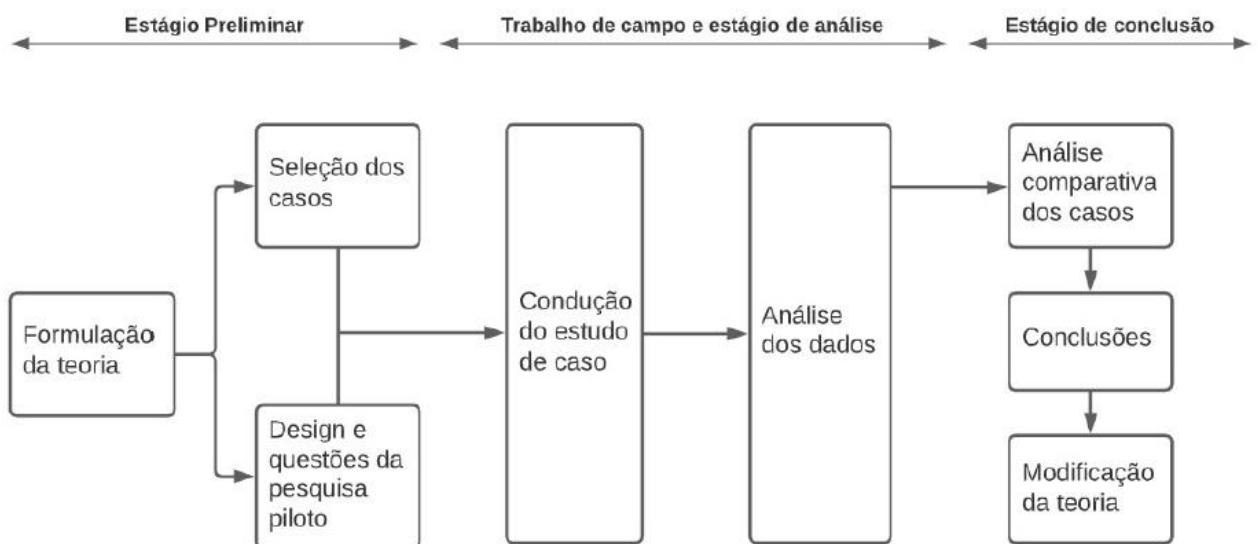
Nesse processo, a etapa de planejamento tem como objetivo identificar as principais questões e fundamentos acerca do tema proposto, por meio de ampla revisão de literatura. Uma vez identificados os pontos fortes e fracos do tema, a etapa de planejamento é provavelmente a etapa mais importante da metodologia de um estudo de caso (YIN, 2009).

Em seguida, na etapa de design, tem-se a definição do escopo do estudo e faz-se a seleção dos casos a serem estudados. Na etapa de preparação é feito o mapeamento das possíveis limitações e empecilhos ao estudo, com o objetivo de traçar o caminho mais correto de condução do caso, a fim de se obter resultados coerentes e condizentes com a realidade. Posteriormente a isso, a etapa de coleta corresponde a utilização de ferramentas e fontes de evidência para a obtenção de dados, e conseqüentemente a obtenção de respostas para as questões propostas previamente. Aqui, recomenda-se o uso de múltiplas fontes para ampliar o alcance de dados do estudo. Uma vez que as informações necessárias foram coletadas, inicia-se a etapa de análise, na qual os dados são compilados e analisados de modo a obter-se conclusões e formular hipóteses acerca do tema. Por fim, na etapa de compartilhamento, as

conclusões obtidas são compiladas em um relatório ou apresentação. No compartilhamento, os métodos utilizados e os resultados obtidos também devem ser expostos (BASKARADA, 2014).

Ademais, Noor (2008), por sua vez, descreve a estrutura de elaboração de um estudo de caso em estágios, os quais se dividem em etapas, conforme exposto na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma da metodologia utilizada para a construção de um estudo de caso.

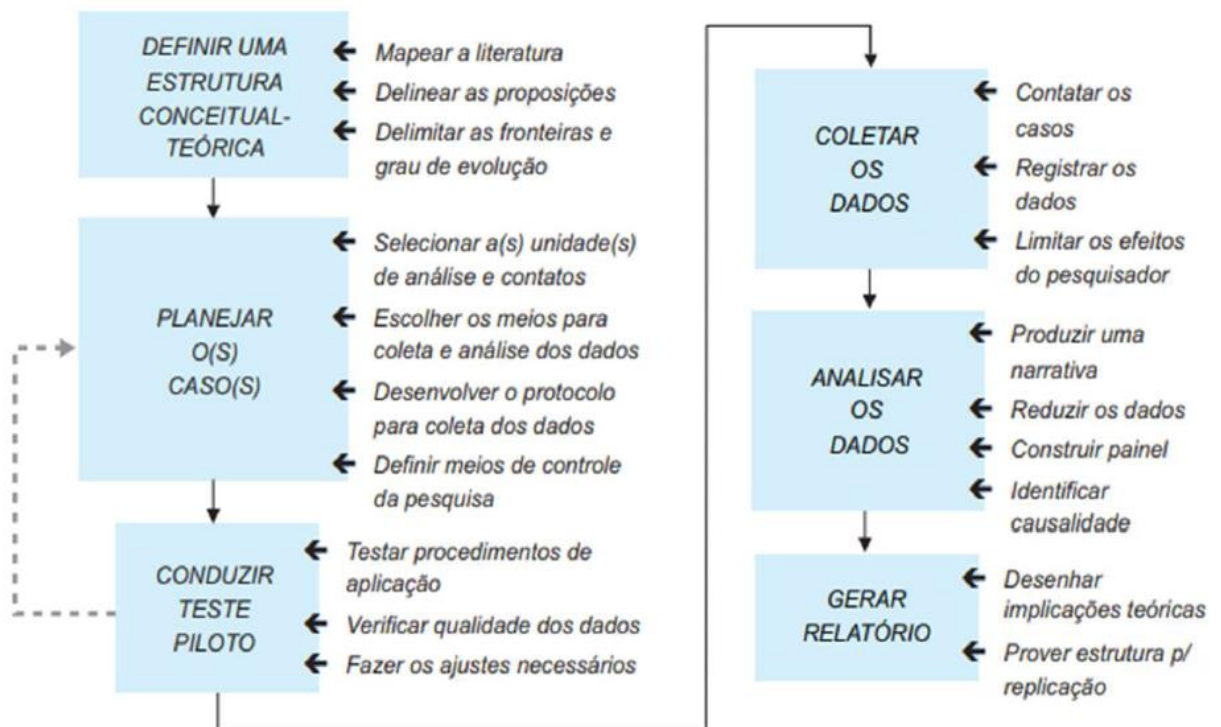


Fonte: Adaptado de Noor, 2008.

Segundo o autor, o primeiro estágio, denominado de preliminar, consiste em formular a teoria do estudo de caso por meio de revisão literária extensa. Além disso, o estágio preliminar também é constituído pela seleção dos casos e pelo design do estudo. Em seguida, no estágio de trabalho de campo e análise, o estudo de caso é efetivamente realizado, tomando como base os métodos definidos no estágio anterior durante a etapa de design. Uma vez que os resultados são obtidos, eles são submetidos à análise. Por fim, no estágio de conclusão, uma comparação entre os resultados obtidos e a análise realizada é feita, a fim de se obter uma conclusão a respeito da teoria proposta no primeiro momento (NOOR, 2008).

Levando a aplicação para o contexto da Engenharia, Miguel (2007) descreve a metodologia de estudo de caso demonstrada na Figura 6, a qual, segundo ele, é a metodologia mais adequada para a condução de um estudo de caso nessa área.

Figura 6 – Fluxograma da metodologia utilizada para a construção de um estudo de caso aplicado à Engenharia.



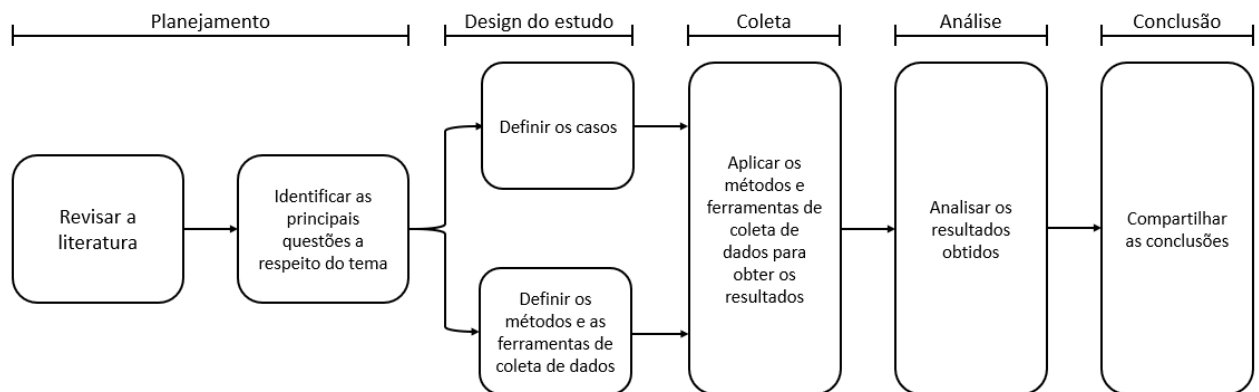
Fonte: Miguel, 2007.

Assim como as outras metodologias descritas, esta metodologia também tem início com uma revisão de literatura, de forma a estruturar o tema que será discutido. Logo após, o planejamento do estudo de caso é feito, incluindo os métodos de pesquisa a serem aplicados e os casos que serão analisados. Antes de realizar o estudo propriamente dito, Miguel (2007) propõe uma etapa de realização de um teste piloto, na qual os métodos escolhidos previamente serão testados e eventuais ajustes serão realizados, caso julgados necessários. Por último, tem-se as três etapas finais que são compostas pela coleta e análise de dados seguidos da geração de um relatório no qual as conclusões são pontuadas a partir dos resultados obtidos no estágio anterior (MIGUEL, 2007).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Dispondo como base as metodologias descritas por Miguel (2007), Noor (2008) e Yin (2009), e visando alcançar os objetivos traçados, o fluxograma exibido na Figura 7 foi elaborado, o qual descreve o processo utilizado neste trabalho para a condução do estudo de caso.

Figura 7 – Fluxograma que descreve a metodologia utilizada no estudo de caso do presente trabalho.



Fonte: Própria autora.

Dessa forma, a metodologia foi estruturada em cinco etapas. São elas: planejamento, design do estudo, coleta de dados, análise e conclusão. As etapas utilizadas, então, são compostas por ações que levaram à construção do estudo de caso em questão.

4.1. Planejamento

Explorando o cenário de gerenciamento de resíduos no país, a revisão bibliográfica apresentada no início deste trabalho foi feita por meio de pesquisas em fontes variadas, tais quais artigos, relatórios, teses, revistas, jornais, reportagens, dentre outros. Mediante essa pesquisa foram identificadas lacunas de informações a serem preenchidas, o que levaram ao levantamento de questões que serão respondidas por este estudo. Para cada caso analisado foram propostas as seguintes questões:

- Quais são os principais resíduos gerados pela construção civil?

- A empresa envolvida pratica o gerenciamento de resíduos conforme previsto em Lei?
- Quais processos de gerenciamento são utilizados?
- Qual a destinação final dos resíduos?

A partir dos casos analisados e das perguntas propostas, foi possível compreender e explorar as tendências que envolvem os universos desse estudo de caso.

4.2. Design do estudo

Uma vez que as questões foram levantadas na etapa de planejamento, os casos a serem estudados foram definidos durante a etapa de design. De modo a estabelecer um comparativo entre os universos acadêmico e industrial, foram identificados casos em ambos os contextos, configurando, assim, duas fontes de informação que aqui serão referenciadas como: referencial acadêmico e referencial industrial, respectivamente.

Dessa forma, foram tratados casos identificados na literatura, publicações e projetos, assim como casos práticos relacionados a empresas de construção civil no país, possivelmente aplicando, portanto, tal processo em escala industrial.

Para a coleta de dados na literatura foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- Periódicos Capes;
- Google Scholar;
- Science Direct.

Para coleta de dados do referencial industrial, por sua vez, foi feita uma busca por empresas brasileiras de construção civil que alegadamente executam o gerenciamento de resíduos.

Em ambos os universos, acadêmico e industrial, o objetivo é a resposta às perguntas previamente estabelecidas no planejamento do estudo, tanto pela extração direta de dados das

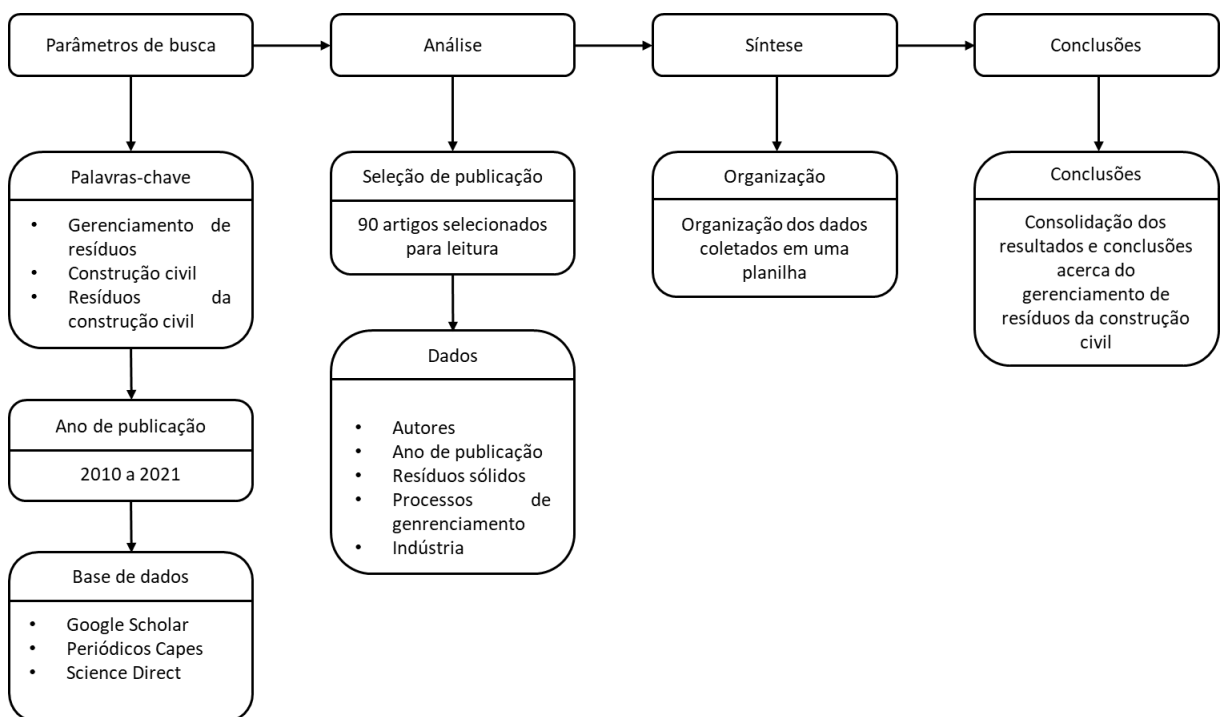
publicações selecionadas, quanto pelo contato direto com as empresas elegidas, para posterior comparativo entre os resultados obtidos.

4.3. Coleta de dados

4.3.1. Referencial Acadêmico

Para a coleta de dados referente à literatura foi adotada a metodologia de revisão sistemática da literatura de Silvestro e Gleize (2020), representada pelo fluxograma exibido na Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma que representa a metodologia de revisão sistemática da literatura.



Fonte: Adaptado de Silvestro e Gleize, 2020.

A pesquisa sobre o tema de gerenciamento de resíduos foi feita utilizando como bases de dados o Periódicos Capes, Google Scholar e Science Direct, os quais disponibilizam publicações científicas. Além do mais, foi delimitado o período de publicação entre 2010 e 2021 de modo a selecionar publicações relativamente recentes, e foram utilizadas combinações das

palavras-chaves: “gerenciamento de resíduos”, “construção civil no Brasil”, “resíduos da construção civil no Brasil”.

As bases de dados Periódicos Capes e Google Scholar foram utilizadas para obter publicações nacionais enquanto a Science Direct foi utilizada para a busca em fontes internacionais.

4.3.1.1.Periódicos Capes

Na busca Periódicos Capes, foi possível aplicar duas palavras-chaves por busca, podendo definir se os resultados devem incluir ambas (filtro “AND”), pelo menos uma (filtro “OR”) ou até mesmo excluir alguma (filtro “NOT”).

Para a busca realizada nesta ferramenta, foram utilizadas as palavras-chaves “gerenciamento de resíduos” e “resíduos da construção civil” aplicando o filtro “AND” e os demais filtros:

- Data da publicação: 01/01/2010 a 01/12/2021;
- Tópicos: Sustainable Development, Sustainability, Recycling, Waste Management, Case Studies, Studies, Environmental Impact, Environmental Management, Sustentabilidade, Waste Disposal.

4.3.1.2.Google Scholar

No caso do Google Scholar, a plataforma permite a utilização de mais de duas palavras-chaves, uma vez que o alcance da busca e o número de resultados é relativamente maior quando comparado ao Periódicos Capes. Portanto, o uso de mais filtros garante a seleção de publicações mais relevantes a respeito do tema proposto.

Foram utilizadas as palavras-chave “gerenciamento de resíduos”, “construção civil no Brasil”, “resíduos da construção civil no Brasil” e também o filtro de data para selecionar publicações dentre os anos de 2010 e 2021.

4.3.1.3.Science Direct

Foram utilizadas as palavras-chave “Solid Waste Management”, “Construction Waste”, “Construction Waste Disposal” e filtrado o período de publicação entre 2010 e 2021.

4.3.2. Referencial Industrial

Foi estabelecido contato com empresas a fim de apurar as respostas previamente estabelecidas no planejamento do estudo. Em um primeiro contato, um e-mail foi enviado comunicando o tema e objetivo deste presente trabalho, bem como o interesse a respeito dos processos de gerenciamento de resíduos. No e-mail, foi incluso um formulário a ser preenchido por cada empresa, com as perguntas descritas:

- Quais são os principais resíduos gerados pela construção civil?
- A empresa envolvida pratica o gerenciamento de resíduos conforme previsto em Lei?
- Quais processos de gerenciamento são utilizados?
- Qual a destinação final dos resíduos?

Em caso de fracasso, em um segundo momento foi feito contato com as empresas por telefone.

4.4. Análise dos dados

Por fim, os dados acadêmicos e industriais coletados durante a etapa anterior foram então submetidos à etapa de análise, na qual fez-se o uso de gráficos e tabelas para efeitos de sumarização e comparação dos dados.

Em um primeiro momento, análises individuais foram feitas dos referenciais acadêmico e industrial, obtendo conclusões a respeito de cada um dos universos separadamente. Em seguida, foi realizada uma comparação entre os resultados de ambos os universos, possibilitando assim a formulação de conclusões e hipóteses quanto a coerência entre a pesquisa acadêmica e a prática industrial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na etapa do planejamento do estudo de caso foi constatada uma divergência entre a legislação nacional vigente no que se refere ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil e as práticas de gerenciamento relatadas nas fontes de pesquisa acadêmica e industrial.

Dessa forma, durante a etapa de design do estudo de caso foram definidos os processos de gerenciamento de resíduos adotados em obras de construção civil no país como os casos a serem estudados. Esses casos foram identificados nos universos acadêmico e industrial de forma a abranger essas duas frentes de conhecimento para obtenção dos resultados.

5.1. Coleta de dados

5.1.1. Referencial Acadêmico

A busca por publicações sobre o tema proposto, mediante à aplicação dos filtros mencionados anteriormente, resultou nos dados apresentados na Tabela 2, na qual é evidenciado o número total de publicações encontradas para cada base de dados utilizada.

No Periódicos Capes foram encontradas apenas 276 publicações com os filtros e palavras-chaves aplicados, enquanto que no Google Scholar foram obtidos 18400 resultados. Da mesma maneira, no Science Direct foram encontradas 38389 publicações que atenderam aos critérios selecionados.

Tabela 2 – Número de publicações encontradas para cada base de dados utilizada.

Ferramenta	Número de publicações
Periódicos Capes	276
Google Scholar	18400
Science Direct	38389

Fonte: Própria autora.

A partir desses resultados, foram selecionadas 30 publicações mais relevantes em cada base de dados, resultando, portanto, em um total de 90 fontes distintas para a coleta de dados do referencial acadêmico.

Com base na leitura das publicações escolhidas, foi feita uma seleção para determinar aquelas que apontam e descrevem processos de gerenciamento de resíduos de construtoras hoje ativas no ramo. Dessa forma, 9 publicações foram selecionadas, as quais relatam o processo de gerenciamento de 18 construtoras, que aqui representam o universo acadêmico abordado neste estudo de caso.

5.1.2. Referencial Industrial

Por meio do contato estabelecido via e-mail e por telefone, foram selecionadas 14 construtoras, as quais providenciaram as respostas para as perguntas propostas no planejado deste estudo de caso. Das 14 empresas contratadas, todas se prontificaram à responder as perguntas propostas. Tais respostas foram compiladas em uma planilha para posterior análise dos resultados.

5.2. Análise de dados

5.2.1. Referencial Acadêmico

A partir das 9 publicações selecionadas na etapa de coleta de dados, foi realizada a extração das informações referentes às 18 construtoras identificadas nelas, com o objetivo de responder às perguntas do estudo definidas previamente. Neste referencial, as construtoras foram nomeadas de A a R, de modo a não identificá-las pelo nome comercial, e na Tabela 3 estão sintetizadas tais informações obtidas, sendo elas:

- Autor e ano de publicação;
- Construtora: construtora identificada em cada publicação;
- Resíduos gerados: classificação dos principais resíduos de construção civil gerados identificados por cada construtora conforme classificação prevista na Resolução CONAMA nº 307/2002, divididos entre as Classes A, B, C e D (BRASIL, 2002);

- Plano de gerenciamento: constatação se a construtora aplica ativamente algum processo de gerenciamento de resíduos, tais definidos pela Resolução CONAMA nº 448/2012 (BRASIL, 2012);
- Processos: em caso afirmativo para o gerenciamento, quais são os processos que foram identificados como sendo praticados pelas construtoras, sendo eles: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final, tais definidos pela Resolução CONAMA nº 448/2012 (BRASIL, 2012);
- Destinação final: locais de destino final dos resíduos gerados.

Tabela 3 – Publicações selecionadas para a coleta de dados e os respectivos dados extraídos (Continua).

Autor e ano de publicação	Const rutor a	Resíduos gerados	Plano de gerencia mento	Processos	Destinação final
Simoni, 2015	A	Classe A e B	Sim	Triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
Paschoalin, 2017	B	Classe A e B	Sim	Caracterização; triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
Paschoalin, 2017	C	Classe A e B	Sim	Caracterização; triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
Paschoalin, 2017	D	Classe A e B	Sim	Caracterização; triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Aterros licenciados
Paschoalin, 2017	E	Classe A e B	Sim	Caracterização; triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Aterros licenciados
Paschoalin, 2017	F	Classe A, B, C e D	Sim	Caracterização; triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Aterros licenciados
Paschoalin, 2017	G	Classe A, B e D	Sim	Contratação de uma empresa terceira	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
Paschoalin, 2017	H	Classe A, B e C	Sim	Contratação de uma empresa terceira	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados

Tabela 3 – Publicações selecionadas para a coleta de dados e os respectivos dados extraídos (Conclusão).

Paschoalin, 2017	I	Classe A e B	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
Paschoalin, 2017	J	Classe A	Não	-	Bota fora
Silva, 2021	K	Classe A e D	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
Scalone, 2013	L	Classe A, B, C e D	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
Scalone, 2013	M	Classe A	Não	-	Bota fora
Santos, 2012	N	Classe A e B	Não	-	Bota fora
Paschoalin, 2015	O	Classe A	Sim	Triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
Ladeira, 2014	P	Classe A, B e D	Sim	Triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
da Silva, 2017	Q	Classe A, B e D	Sim	Triagem; acondicionamento	Contratação de uma empresa terceira
Oliveira, 2016	R	Classe A e B	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida

Fonte: Própria autora.

Para efeitos deste estudo de caso, as construtoras que realizam no mínimo 2 dos 5 processos de gerenciamento definidos pela Resolução CONAMA nº 448/2012 foram categorizadas como aderentes de um plano de gerenciamento de resíduos (BRASIL, 2012).

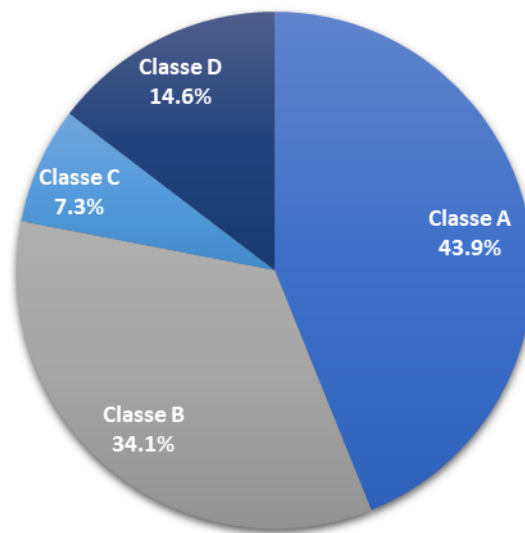
Vale ressaltar que 2 das construtoras listadas acima, G e H, realizam a contratação de empresas terceiras que prestam serviços especializados em soluções relacionadas ao fluxo de resíduos em, dentre outras abrangências, obras de construção civil. Tais empresas elaboram, implantam, e acompanham Planos de Gerenciamento de Resíduos, conforme previsto pela Resolução CONAMA nº 448/2012, portanto no presente estudo, as construtoras G e H foram

configuradas como adequadas de um plano de gerenciamento, englobando todos os processos previstos em tal Resolução (BRASIL, 2012).

Além disto, a construtora Q contrata os serviços de uma empresa terceira responsável apenas por coleta e transporte dos resíduos, portanto, não foi possível identificar na publicação de Silva (2017) qual a destinação final dos resíduos gerados pela construtora Q.

Com uma análise estatística dos dados obtidos, tem-se o Gráfico 4, no qual são exibidos os percentuais dos tipos de resíduos gerados pelas construtoras identificadas no universo das 9 publicações. Tem-se que o principal tipo de resíduo gerado é o de Classe A, representando 43,9% da porcentagem total, seguido pelos resíduos de Classe B, com 34,1%. Os resíduos de Classe D representam 14,6%, enquanto que os resíduos de Classe C foram os resíduos menos frequentemente gerados, com apenas 7,3% do total.

Gráfico 4 – Resíduos de construção civil gerados pelas construtoras identificadas nas publicações analisadas.

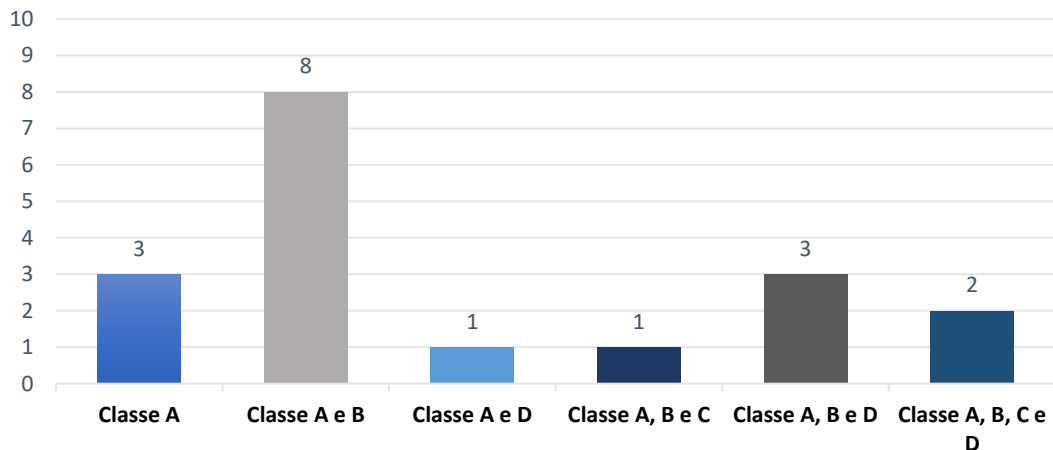


Fonte: Própria autora.

Ademais, identificou-se que mais de 1 tipo de resíduo é gerado por uma mesma construtora. A partir do Gráfico 5 é possível observar a recorrência distinta de cada uma das construtoras, dentre as 18 identificadas neste universo, nas combinações de classe de resíduos

gerados, o qual indica que a combinação de resíduos de Classe A e B é a predominante: 8 das 18 construtoras gera resíduos de Classe A e B.

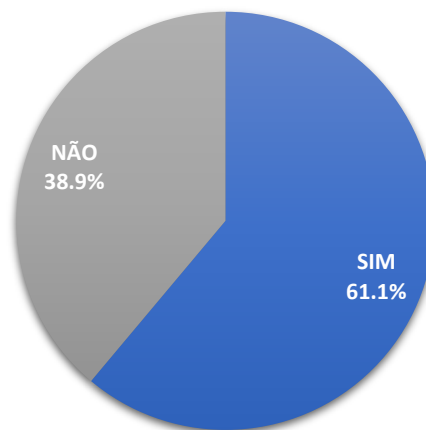
Gráfico 5 – Número de construtoras que gerou cada combinação de resíduos.



Fonte: Própria autora.

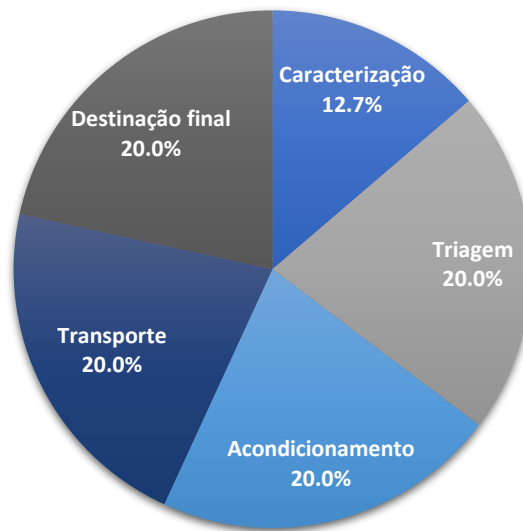
Outras análises foram realizadas quanto à aderência de gerenciamento de resíduos por parte das construtoras, e em caso positivo, quanto aos processos utilizados por elas. Tem-se como resultado o Gráfico 6, o qual indica o percentual de aderência das construtoras quanto à prática de gerenciamento. Já no Gráfico 7 é possível identificar o percentual dos processos de gerenciamento de resíduos utilizados por aquelas construtoras que são aderentes à prática.

Gráfico 6 – Aderência das construtoras quanto aos processos de gerenciamento de resíduos de construção civil.



Fonte: Própria autora.

Gráfico 7 – Processos utilizados pelas construtoras que praticam o gerenciamento.



Fonte: Própria autora.

Das 18 construtoras identificadas nas 9 publicações selecionadas no universo acadêmico, apenas 11 praticam ativamente o gerenciamento de resíduos, representando 61,1% da percentagem total. No caso das construtoras que não apresentam um plano de gerenciamento de resíduos, pode-se observar que as 7 empresas listadas somente acondicionam os resíduos em suas obras, portanto, não são consideradas aqui como adeptas do gerenciamento por não praticarem mais de 1 processo, como pontuado anteriormente.

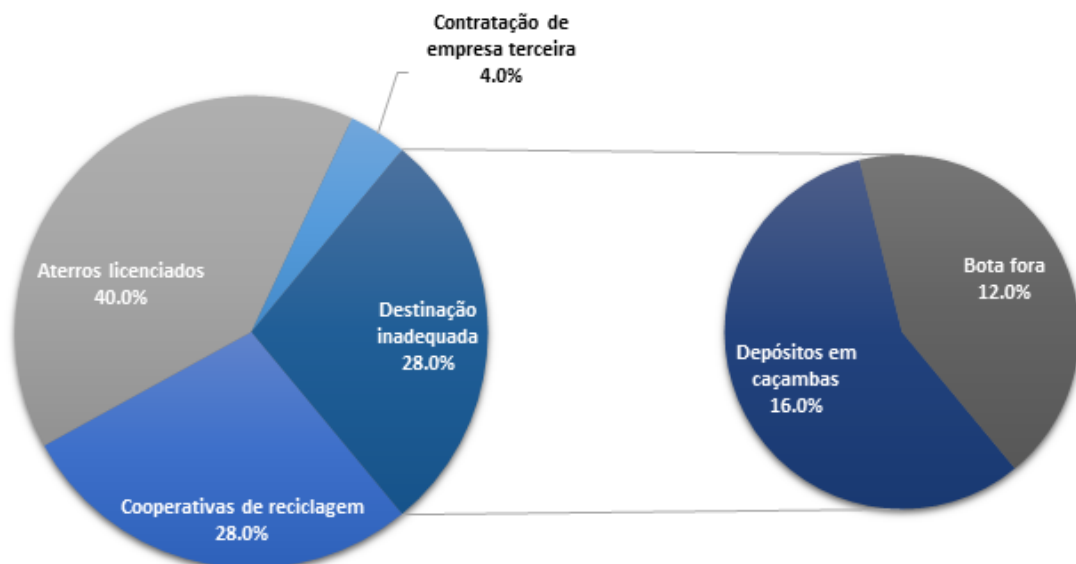
Partindo para as construtoras que administram práticas de gerenciamento, pode-se observar que as atividades de triagem, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos estão precisamente relacionadas. Apenas a caracterização dos resíduos não foi mencionada em todos os planos de gerenciamento analisados. Somente 7 das 11 construtoras exercitam a caracterização e controle mensal da quantidade de resíduos gerados por tipo de classe.

Lipsmeier (2002) reforça a importância de exercer o processo de caracterização ao propor a realização de uma estimativa de quanto resíduo será gerado, com base em históricos obtidos na etapa de caracterização. Com isso é possível viabilizar construções sustentáveis que visam otimizar a execução dos serviços, de forma a maximizar a produtividade deles e minimizar a geração de resíduos.

Vale pontuar que apenas 3 das construtoras analisadas mencionaram práticas relacionadas ao treinamento de conscientização e prevenção de geração de resíduos, bem como a redução e reutilização de resíduos na fonte geradora. Isso reflete o cenário atual de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos indicado por Martins (2012), no qual a situação atual demonstra que a prioridade está no tratamento e disposição final dos resíduos, diferentemente da situação ideal, na qual o foco é a prevenção e minimização das quantidades produzidas, de forma que haja um volume baixo de resíduos a serem tratados, até a inexistência da disposição final.

Para finalizar, foram analisadas as disposições finais dos resíduos por cada construtora, e constatou-se, através do Gráfico 8, que a destinação final de maior recorrência são os aterros licenciados, com 40%, seguido das cooperativas de reciclagem, com 28%. Dentre as construtoras que não praticam o gerenciamento e apresentam uma disposição final inadequada dos rejeitos, o depósito em caçambas com destinação final desconhecida e os “bota fora” são os destinos recorrentes, com 16% e 12% respectivamente.

Gráfico 8 – Destinação final dos resíduos de construção civil do universo acadêmico.



Fonte: Própria autora.

Dessa forma, os resultados indicam que a maioria das construtoras de fato é aderente à um plano de gerenciamento de resíduos, conforme exigido por lei (BRASIL, 2010). No entanto, observa-se uma necessidade de inversão de prioridades no que se refere ao plano de gestão, uma vez que ações preditivas e proativas de não geração de resíduos devem ser priorizadas antes do tratamento final dos rejeitos. Além disso, a disposição inadequada por parte das construtoras que não praticam o gerenciamento é um ponto de atenção, visto que 16% das empresas sequer tem conhecimento do destino final dos rejeitos, e as demais compactuam com a destinação ambientalmente inadequada.

5.2.2. Referencial Industrial

Para obter os dados referentes ao referencial industrial, 14 construtoras foram contatadas, com o objetivo de responder às perguntas iniciais propostas neste estudo de caso. Tem-se como resultado os dados exibidos na Tabela 4, na qual são expostas, de forma sumarizada, as respostas obtidas por meio do questionário enviado via e-mail e contato estabelecido via e-mail e telefone. As construtoras aqui foram renomeadas de I a XIV de modo a não identificá-las por meio de seu nome comercial.

Tabela 4 – Construtoras entrevistadas e as respectivas respostas obtidas quanto ao processo de gerenciamento de resíduos de cada uma.

Construtora	Resíduos gerados	Plano de gerenciamento	Processos	Destinação final
I	Classe A, B, C e D	Sim	Contratação de uma empresa terceira	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados; ferro velho licenciado
II	Classe A e B	Sim	Contratação de uma empresa terceira	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
III	Classe A	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
IV	Classe A	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
V	Classe A e B	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
VI	Classe A e B	Sim	Triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
VII	Classe A	Não	-	Bota fora

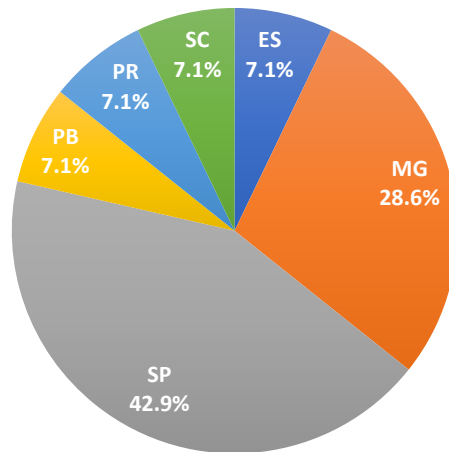
VIII	Classe A e B	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
IX	Classe A, B e D	Sim	Triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Contratação de uma empresa terceira
X	Classe A, B e C	Sim	Caracterização; triagem; acondicionamento; transporte; destinação final adequada	Contratação de uma empresa terceira
XI	Classe A e B	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida
XII	Classe A	Não	-	Bota fora
XIII	Classe A e B	Sim	Contratação de uma empresa terceira	Cooperativas de reciclagem; aterros licenciados
XIV	Classe A, B e C	Não	-	Depósitos em caçambas com destinação final desconhecida; bota fora

Fonte: Própria autora.

Assim como observado no universo acadêmico, algumas das construtoras, I e II, bem como as construtoras IX e X, realizam a contratação de empresas terceiras para prestação de serviços voltadas para soluções do fluxo de resíduos, e coleta e transporte de resíduos, respectivamente.

Para mais, 42,9% das construtoras entrevistadas se encontram no estado de São Paulo, conforme exibido no Gráfico 9. As demais estão estabelecidas em Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Paraíba. De todas as construtoras, apenas empresas localizadas na região Sudeste, especificamente em São Paulo e em Minas Gerais, expressaram a prática de atividades relacionadas ao gerenciamento de resíduos – 4 construtoras em São Paulo e 2 construtoras em Minas Gerais, totalizando um percentual de 42,9% de aderência.

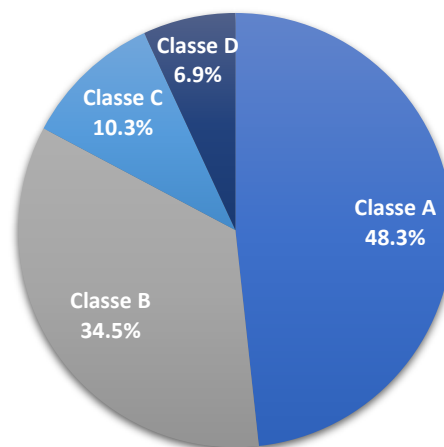
Gráfico 9 – Percentual de construtoras entrevistadas localizadas em cada estado.



Fonte: Própria autora.

No que se refere aos resíduos gerados por cada construtora entrevistada retratado no Gráfico 10, assim como no referencial acadêmico, os resíduos de Classe A e B são majoritários, representando 48,3% e 34,5% do total, respectivamente. Observa-se, no entanto, uma inversão quanto à recorrência dos resíduos de Classe C e D, o de Classe C sendo mais recorrente com 10,3% quando comparado aos resíduos de Classe D, com apenas 6,9%.

Gráfico 10 – Resíduos de construção civil gerados pelas construtoras entrevistadas.

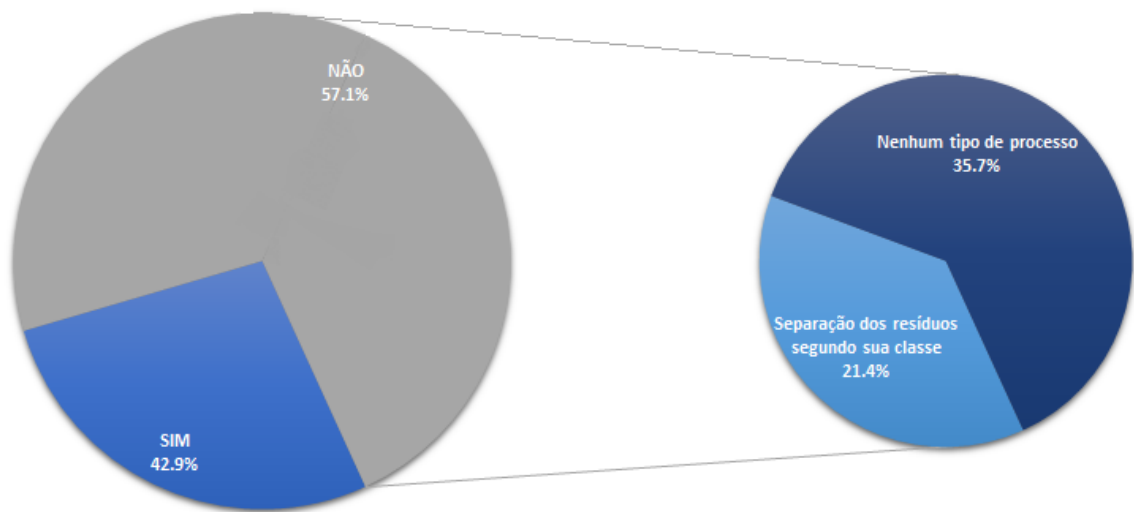


Fonte: Própria autora.

Em sua predominância, 10 das 14 construtoras identificadas constataam a geração de mais de 1 tipo de resíduo, enquanto que as demais produzem apenas resíduos de Classe A.

A aderência de um plano de gerenciamento é retratada pelo Gráfico 11 abaixo:

Gráfico 11 – Aderência das construtoras entrevistadas quanto à um plano de gerenciamento de resíduos de construção civil.

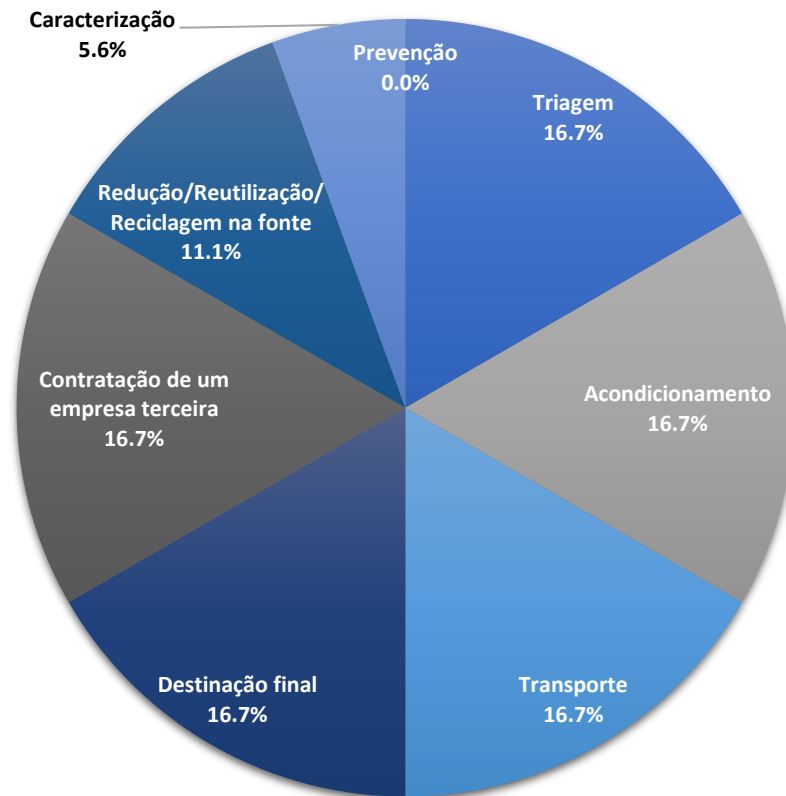


Fonte: Própria autora.

Nota-se que a maioria das construtoras deste universo não são aqui consideradas como adeptas de um plano de gerenciamento de resíduos, representando 57,1% do total, dos quais, 21,4% das empresas relataram a prática de separação dos resíduos segundo sua classe, enquanto que 35,7% não praticam nenhum tipo de processo de gerenciamento.

Partindo para as construtoras que apresentaram um plano ativo de gerenciamento de resíduos, é possível observar no Gráfico 12 o percentual de cada processo de gerenciamento relatado.

Gráfico 12 – Processos utilizados pelas construtoras que apresentam um plano de gerenciamento de resíduos.



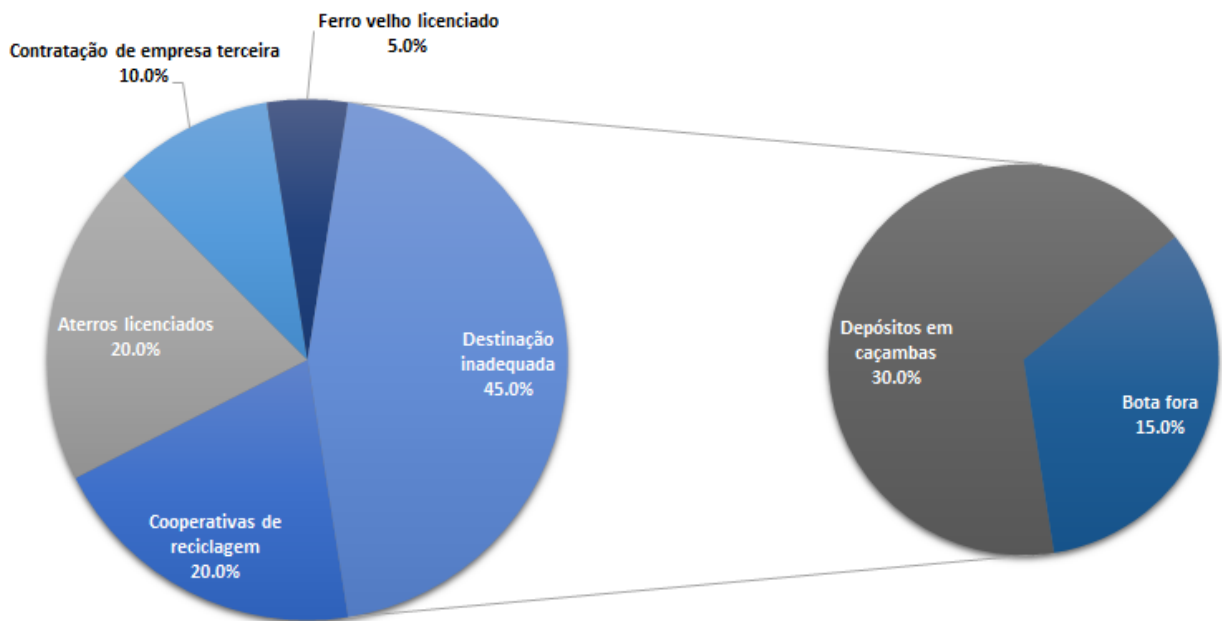
Fonte: Própria autora.

Foi constatado que, assim como no universo acadêmico, existe uma forte correlação entre os processos de triagem, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos. As 3 construtoras que apresentam planos de gerenciamento autorais praticam os 4 processos interligadamente. As atividades de caracterização dos resíduos e prevenção da geração são as menos comuns dentre as construtoras entrevistadas, sendo que, nenhuma delas pontua a cultura de treinamentos de conscientização ou qualificação, de modo a prevenir e reduzir os rejeitos gerados em suas obras.

Ainda sobre as construtoras que praticam o gerenciamento de resíduos, observou-se uma tendência dentre as empresas de grande porte quanto à contratação de uma empresa terceira especializada no desenvolvimento de planos de gerenciamento, bem como aprimoramento dos processos já existentes nas construtoras. Tais empresas, além de focarem nas questões ambientais, também gerenciam os custos relacionados à prática, ou à falta dela, pelo controle de dados, facilitando a tomada de decisões e desenvolvimento de estratégias que impactam diretamente na eficiência e no custo das construtoras em questão.

A respeito da disposição final dos resíduos, dentre as empresas que praticam apresentam um plano de gerenciamento, os destinos mais recorrentes constatados foram as cooperativas de reciclagem e os aterros licenciados, ambos com uma parcela de 20% cada. Duas das construtoras realizam a contratação empresas terceiras especializadas em serviços exclusivos de coleta e transporte dos resíduos, enquanto que apenas a construtora I constatou a destinação para um ferro velho licenciado. Esses resultados, junto aos resultados das construtoras que dispõem de uma destinação inadequada dos rejeitos, são exibidos no Gráfico 13.

Gráfico 13 – Destinação final dos resíduos de construção civil do universo industrial.



Fonte: Própria autora.

Para as construtoras que não praticam o gerenciamento, e conseqüentemente apresentam uma disposição final inadequada dos rejeitos, os locais de maior frequência de destinação dos resíduos são as caçambas, cuja destinação final é desconhecida pelas empresas, com 30% do total, seguidos pelos “bota fora”, com 15%. Vale salientar que a Resolução CONAMA nº 448/2012 desautoriza a disposição dos rejeitos em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei (BRASIL, 2012).

Além disso, as construtoras III, VII e XII relataram que não há coleta seletiva nos municípios em que atuam, o que dificulta a disposição final ambientalmente adequada, assim como o conhecimento quanto o destino final dos rejeitos.

5.2.3. *Análise comparativa*

Após a obtenção dos resultados em ambos os universos acadêmico e industrial, faz-se necessária uma comparação entre eles, com o objetivo de identificar similaridades e divergências quanto à aderência de planos de gerenciamento de resíduos, bem como os processos utilizados e destinação final dos resíduos.

Com relação aos principais resíduos gerados pelas construtoras identificadas, observa-se que, tanto no referencial acadêmico como industrial, predominantemente os resíduos de Classe A foram identificados, seguidos pelos resíduos de Classe B, o que faz sentido quando levado em conta a atividade característica de uma construtora, conforme citado por Silva *et al.* (2020) em seu estudo sobre resíduos de construção e demolição.

Quanto à aderência de planos de gerenciamento houve uma divergência dos resultados nos cenários analisados. Enquanto que no universo acadêmico a maioria das construtoras identificadas apresentam planos, no referencial industrial mais da metade das construtoras entrevistadas não gerem um plano de gerenciamento, apesar de algumas delas terem apontado somente a prática de separação dos resíduos conforme seu tipo. No entanto, nos dois universos observou-se uma propensão das construtoras de maior porte para a terceirização do serviço de gerenciamento.

Sobre os processos de gerenciamento praticados, em ambos os universos se observou uma tendência de prática conjunta e interligada de triagem, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos, sendo estes, os processos de maior recorrência. Ainda, nos dois cenários analisados a cultura e disseminação das práticas de prevenção e redução, reutilização, e reciclagem dos resíduos na fonte é pouco aderente.

Por fim, as construtoras, em ambos os referenciais, que proporcionam a destinação final adequada para seus resíduos recorrem em maior frequência à aterros licenciados e cooperativas de reciclagem. Ao passo que, as construtoras que dispõem de destinação inadequada, também

em ambos os referenciais, recorrem à “bota foras” e caçambas com destinação final desconhecida. Em alguns dos casos foi até mesmo mencionada a falta de coletas seletivas por parte do Governo Municipal, indicando a falta de assistência e recursos políticos para o engajamento de planos de gerenciamento.

6. CONCLUSÕES

A realização do estudo de caso sobre as práticas de gerenciamento de resíduos da construção civil de construtoras brasileiras levantou questões acerca do tema que foram solucionadas pelo próprio estudo e, dessa forma, asseguraram que os objetivos do trabalho fossem atingidos.

Foram identificadas construtoras que apresentam procedimentos divergentes dos estipulados por Lei nacional vigente por não apresentarem planos de gerenciamento de resíduos. Tais construtoras foram entrevistadas buscando descobrir mais sobre a dinâmica da empresa nesse quesito, o que também proporcionou maior conhecimento sobre a disposição inadequada dos rejeitos e as dificuldades que levam à essa conduta. Nesse universo, destaca-se a não adesão de processos de gerenciamento de resíduos. Além disso, também foi possível analisar o universo acadêmico quanto às mesmas questões. Neste caso, destacam-se as construtoras adeptas de planos de gerenciamento.

No entanto, observou-se uma inversão de prioridades das atividades praticadas pelas empresas, em ambos os universos, quando comparadas ao que foi estipulado pela Lei nº 12305/2010: tem-se maior recorrência de práticas relacionadas ao tratamento final dos rejeitos ao invés de ações preditivas e proativas que objetivam a prevenção e redução da geração dos mesmos (BRASIL, 2010).

A falta de aderência de planos de gerenciamento influencia diretamente na destinação final dos resíduos, o que causa grandes impactos no meio ambiente e na saúde pública, fazendo-se necessário a ação conjunta da sociedade, ou seja, poderes públicos, setor industrial da construção civil e sociedade civil organizada, para reverter esse cenário.

Por fim, a metodologia de estudo de caso abordada neste trabalho possibilitou a análise das tendências quanto às práticas, ou à falta delas, de gerenciamento de resíduos de construção civil por parte das construtoras avaliadas nos dois universos. Com isso, observou-se que para o tema em questão as pesquisas acadêmicas estão alinhadas com o cenário industrial no que se refere aos principais processos aplicados e destinações finais recorridas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – classificação. 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos**. 2010. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>> Acesso em: dez. 2021.

AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L. de; PALIARI, J. C. e ANDRADE A. C. de. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra**. In: Coletânea Habitar. Inovação, gestão da qualidade & produtividade e disseminação do conhecimento na construção habitacional, v.2, cap.10, p. 224–249, 2003.

BASKARADA, Sasa. **Qualitative case study guidelines**. The Qualitative Report, Camberra, AU, 06 out. 2014. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2559424> Acesso em: jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 2002. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>> Acesso em: jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 448**, de 18 de janeiro de 2012. Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º, 11º da Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 2012. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=126305>> Acesso em: dez. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 12305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605, de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: dez. 2021

CARNEIRO, A. P. *et al.* **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção.** Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA/Caixa Econômica Federal, p. 144-187. 2001.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Composição da cadeia produtiva da construção civil – 2019.** 2020. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/cadeia-produtiva>> Acesso em: ago. 2021.

CHAGAS, L.R.B. **Engenharia da construção – obras de grande porte.** São Paulo: PINI, 2008.

FIEB. Federação das Indústrias do Estado da Bahia. **Gestão de resíduos na construção civil.** 2005. Disponível em <<http://www.fieb.org.br/bancafiieb/detalhe/gestao-de-residuos-na-construcao-civil-reducao-reutilizacao-e-reciclagem/177>> Acesso em: dez. 2021.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Construção Civil: Desafios 2020.** 2014. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/construcao-civil/desafios.htm>> Acesso em: ago. 2021.

HOLLWECK, Trista. **Robert K. Yin. (2014). Case Study Research Design and Methods (5th ed.). Thousand Oaks, CA: sage. 282 pages.** The Canadian Journal Of Program Evaluation, [S.L.], 1 mar. 2016. University of Toronto Press Inc. (UTPress). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308385754_Robert_K_Yin_2014_Case_Study_Research_Design_and_Methods_5th_ed_Thousand_Oaks_CA_Sage_282_pages> Acesso em: jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção.** 2019. Disponível em <<https://questionarios.ibge.gov.br/downloads-questionarios/paic-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao>> Acesso em: set. 2021.

JOHANSSON, Rolf. **Case Study Methodology.** Royal Institute of Technology in cooperation with the International Association of People–Environment Studies, Stockholm, p. 22–24, set. 2003.

LINHARES, Sílvia Paixão *et al.* **Avaliação da implantação da Resolução nº 307/2002 do CONAMA sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil.** 2007. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/5801> Acesso em: jul. 2021.

LIPSMEIER, K.; GÜNTHER, M. Institute for Waste Management and Contaminated Sites Treatment of Dresden University of Technology. **Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios – Volume III- Anexos.** Traduzido por Said Jalai e Luis Pereira Guimarães, Portugal: TecMinho/Universidade do Minho, 2002.

MARTINS, Flávia Gadêlha. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte - estudos de caso.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Carlos, São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-19102012-093525/pt-br.php>> Acesso em: ago. 2021.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.** Production, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 216-229, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

NOOR, Khairul Baharein Moh. **Case Study: a strategic research methodology.** American Journal Of Applied Sciences, [S.L.], v. 5, n. 11, p. 1602-1604, 1 nov. 2008. Science Publications.

SAMPAIO, Nilo Antonio de Souza *et al.* **Análise estatística do gerenciamento e reaproveitamento de resíduos da construção civil.** 2019. Disponível em: <<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/218/216>> Acesso em: jul. 2021.

SCALONE, Paola Arima. **Gerenciamento de resíduos de construção civil: estudo de caso de caso em empreendimentos comercial e residencial em Londrina/PR.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013. Disponível em: <http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/152> Acesso em: jan. 2022.

SANTOS, Robson Arruda dos. **Inconsciência dos construtores frente à gestão ambiental no canteiro de obras: estudo de caso na região sul de João Pessoa/PB.** Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v(10), nº 10, p. 2278 – 2287, 2012.

SILVA, Guilherme Tavares de Melo *et al.* **Resíduos de construção e demolição em tecnologia de concreto: uma revisão.** Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 7, p. 46883-46896, jul. 2020.

SILVA, Ádria Souza da *et al.* **Gestão de resíduos sólidos na construção civil: Estudo de caso em duas empresas na Cidade de Manaus – AM.** InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, São Paulo, v(12), nº1, p. 56, 2017.

SILVESTRO, Laura; GLEIZE, Philippe Jean Paul. Effect of carbon nanotubes on compressive, flexural and tensile strengths of Portland cement-based materials: a systematic literature review. Construction And Building Materials, [S.L.], v. 264, p. 120237-120250, jul. 2020.

SCHALCH, Valdir *et al.* **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.** 2002. Disponível em: <http://www.falcoit.com.br/blog/images/easyblog_images/500/GESTAO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-2002.pdf> Acesso em: dez. 2021.

