



**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

**ANDRÉA MOURA DE MORAES**

**ANÁLISE DA NORMATIZAÇÃO, GESTÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO DE TRÊS EMPRESAS**

Canoas

2018

**ANDRÉA MOURA DE MORAES**

**ANÁLISE DA NORMATIZAÇÃO, GESTÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO DE TRÊS EMPRESAS**

Dissertação apresentada à Universidade La Salle – UNILASALLE, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais, Linha de Pesquisa Gestão e Tecnologias Ambientais.

Orientação: Prof. Dr. Sydney Sabedot

Canoas  
2018

**ANÁLISE DA NORMATIZAÇÃO, GESTÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO DE TRÊS EMPRESAS**

**BANCA EXAMINADORA**

AVALIADORES:

---

Prof. Dr<sup>o</sup> Ederval de Souza Lisboa  
UFSM

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anelise Beneduzi da Silveira  
UNILASALLE

---

Prof. Dr<sup>o</sup>. Silvio Roberto Taffarel  
UNILASALLE

Canoas

2018

## RESUMO

Este estudo aborda a legislação referente à gestão de resíduos da construção civil, bem como objetiva identificar a atuação de três empresas do ramo da construção civil, quanto as medidas de controle e gestão dos resíduos e adequação à normatização em relação ao tema. Para isto, por intermédio de uma pesquisa bibliográfica, buscou-se conceituar gestão de resíduos, bem como seu processo, levantar dados referentes à destinação dos resíduos na construção civil, apresentar a legislação que trata do assunto, a adequação dos procedimentos aos preceitos normativos e a atuação das referidas empresas com o propósito de melhorar as condições ambientais. O trabalho em análise concentrou-se no estudo de caso de três empresas do ramo da construção civil, uma de grande, a segunda de médio e a terceira de pequeno porte. Objetivando facilitar o acompanhamento e a coleta de dados, foram escolhidas apenas obras situadas na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS, e que preferencialmente estivessem iniciando a execução das obras, bem como suas conclusões, concomitantemente à elaboração desse estudo. Em cada uma das referidas empresas foram realizadas três visitas periódicas, em estágios diversos de execução das obras, sendo possível observar realidades distintas no que diz respeito à observância e adequação dos processos face à legislação pertinente, conseqüentemente, em relação à gestão dos resíduos da construção civil. Tomando-se por base a Resolução CONAMA 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para serem implantados durante a execução das obras, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais provocados pelos resíduos da construção civil. Portanto, neste estudo, foi verificado se tais ações foram praticadas, uma vez que podem e devem ser empregadas em todo e qualquer tipo de construção que provoque a geração de resíduos. Além disso, com este estudo e a partir da análise dos conceitos, parâmetros e planos estabelecidos especialmente na Resolução CONAMA 307/2002, foi possível sugerir-se uma metodologia a ser implantada nas construções civis objetivando a boa gestão dos resíduos sólidos dela decorrentes. Do mesmo modo, com essa pesquisa foi possível apontar-se as práticas comportamentais do segmento de construção civil, no que tange a implantação da gestão de resíduos sólidos, sem que haja interferência na rotina de trabalho dos colaboradores e nos processos do segmento. No mesmo sentido, demonstrar ao empresário da construção civil os

retornos que sua empresa pode obter com as ações voltadas para a reciclagem de materiais, com os custos e o comportamento organizacional. E, também, incentivar o segmento da construção civil a investir cada vez mais em processos destinados à gestão de resíduos sólidos, para não apenas conquistar uma certificação ambiental, mas, com a mesma importância, tratar do controle que os impactos de sua atividade podem causar no meio ambiente.

Palavras-chave: resíduos da construção civil, resíduos sólidos, gestão de resíduos.

## ABSTRACT

This study is about the management of the waste from civil construction and focuses in identifying the performance of three civil construction companies, regarding to controlling and management the waste and adapting to the rules related to that. For this result, through a bibliographical research, the concept of managing the waste, its process, and its destination, besides, data investigation on that and the companies procedures suitability to the law with the purpose of improving the environmental conditions was aimed. This study focused on three building companies: a large, a medium size and a small one. In order to make the monitoring and the data collect easier, only sites that were preferably beginning the constructions and, concomitantly, their conclusions, in the metropolitan region of Porto Alegre, RS, were chosen. Three visits were made in each of the companies, in various stages of their work. It was possible to verify different facts concerned to compliance to the law and to the management of the waste process. Based on the Resolução CONAMA 307/2002 that sets guidelines, criteria and procedures to be settled during the work execution in order to minimize the environmental impact caused by the civil construction waste. For this reason, in this study, it was observed if those procedures were done since they can be used and should be used in any kind of construction that can cause waste. In addition, with this study and from the analysis of concepts, parameters and arrangements established specifically on Resolução CONAMA 307/2002 it was possible to suggest a methodology to be used in civil constructions focusing a good management of the solid waste due to that. In the same way, with this study it was possible to point out the behavioral practices in the civil construction area related to installing the solid waste management without interfering in the workers working routine and their processes. In the same sense, showing the construction entrepreneurs the returns the companies can obtain with material recycling, costs and organizational behavior. And, also, encourage the civil construction segment to invest more and more in managing solid waste not only to get an environmental certificate but, as important as that, manage their business impact in the environment.

Keywords: construction waste, solid waste, waste management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Classificação dos resíduos sólidos urbanos quanto a sua origem .....	19
<b>Figura 2</b> - Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos empregando-se do diagrama triangular .....	22
<b>Figura 3</b> - Grau de impactos ambientais decorrentes da construção civil .....	33
<b>Figura 4</b> - Os Três R's no canteiro de obra .....	35
<b>Figura 5</b> - Esquema geral de seleção alternativa para reciclagem de resíduos .....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Padrão de cores para a coleta seletiva.....	28
<b>Tabela 2</b> - Consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção.....	32

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
ETE - Estações de Tratamento de Esgotos  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
PDE - Pontos de Descarga de Entulho  
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos  
RCC - Resíduos da Construção Civil  
RCD - Resíduos da Construção e Demolição  
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos  
TAC - Termo de Ajustamento de Conduta

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 Resíduos da Construção Civil</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2 Legislação Sobre Resíduos da Construção Civil</b> .....	<b>24</b>
<b>3.3 Impactos Ambientais dos Resíduos da Construção Civil</b> .....	<b>29</b>
<b>3.4 Os Três R's no Canteiro de Obra – Reduzir, Reutilizar e Reciclar</b> .....	<b>34</b>
<b>3.5 Gestão dos Resíduos da Construção Civil e Responsabilidade</b> .....	<b>38</b>
<b>3.6 Destinação e Vantagens do Beneficiamento dos Resíduos Sólidos da     Construção Civil</b> .....	<b>46</b>
<b>3.6.1 Depósito a céu aberto</b> .....	<b>52</b>
<b>3.7 Reciclagem: Riscos e Benefícios</b> .....	<b>49</b>
<b>3.8 Sustentabilidade</b> .....	<b>53</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>55</b>
<b>4.1 Empresas Pesquisadas</b> .....	<b>57</b>
<b>4.2 Verificação Sobre o Cumprimento da Legislação, Normas Técnicas e     Políticas</b> .....	<b>58</b>
<b>4.3 Acompanhamento das Obras</b> .....	<b>59</b>
<b>4.3.1 Quantificação dos insumos</b> .....	<b>60</b>
<b>4.3.2 Quantificação dos resíduos gerados</b> .....	<b>60</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>62</b>
<b>5.1 Construtora A</b> .....	<b>62</b>
<b>5.1.1 Aspectos da legislação e normatização técnica</b> .....	<b>62</b>
<b>5.1.2 Procedimentos de gestão dos RCD</b> .....	<b>62</b>
<b>5.1.3 Reciclagem</b> .....	<b>63</b>
<b>5.1.4 Reutilização</b> .....	<b>64</b>
<b>5.1.5 Impactos ambientais</b> .....	<b>64</b>
<b>5.2 Construtora B</b> .....	<b>64</b>
<b>5.2.1 Aspectos da Legislação e Normatização Técnica</b> .....	<b>64</b>

5.2.2 Procedimentos de Gestão dos RCD .....	65
5.2.3 Reciclagem.....	65
5.2.4 Reutilização.....	66
5.2.5 Impactos ambientais .....	66
<b>5.3 Construtora C .....</b>	<b>66</b>
5.3.1 Aspectos da legislação e normatização técnica .....	66
5.3.2 Procedimentos de gestão dos RCD .....	67
5.3.3 Reciclagem e reutilização.....	67
5.3.4 Impactos ambientais .....	67
<b>5.4 Sugestões para Planos de Gestão de RCD nas Empresas.....</b>	<b>68</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos da construção civil no Brasil é pouco explorado e reflete a evolução lenta e retardatária do setor no quesito de sustentabilidade. Existe uma grande quantidade de resíduos sólidos decorrentes das atividades da construção civil e poucas atividades de reutilização, reciclagem e disposição apropriada desses resíduos inertes. O foco está nas construções civis, que produzem porcentagens excessivas de resíduos sólidos. O gerenciamento adequado dos materiais tem como propósito evitar desperdícios e reduzir o volume destes e, conseqüentemente, resultar em economia da obra e na diminuição dos impactos sobre o meio ambiente.

Com o desenvolvimento tecnológico das indústrias e o aumento da população nos grandes centros urbanos, ocorreu um aumento crescente da quantidade e diversidade de poluentes ambientais e, conseqüentemente, um comprometimento contínuo da qualidade de vida no meio ambiente. Surgiu, então, a necessidade de consolidar novos modelos de desenvolvimento, buscando a sustentabilidade através de alternativas de utilização dos recursos existentes, orientadas por uma racionalidade ambiental, visando à preservação dos recursos naturais.

A indústria da construção civil é responsável por impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis, não só por possuir uma posição de destaque na economia brasileira, mas também em razão do problema ambiental gerado pelos resíduos depositados de forma desregrada em locais clandestinos, aterros, acostamentos e rodovias, que deve ser resolvido visando preservar o meio ambiente. Portanto, apesar do número elevado de empregos gerados, da viabilização de moradias, renda e infraestrutura, faz-se necessário uma política abrangente para o correto destino dos resíduos gerados.

O problema da construção civil relativo ao meio ambiente requer métodos de sustentabilidade. O setor da construção civil deve integrar o controle e a responsabilidade pela destinação dos resíduos sólidos. A importância da implantação do gerenciamento de resíduos sólidos demonstra que o correto gerenciamento reduz os desperdícios e o volume de resíduos gerados, na medida

em que segrega os resíduos por classes e tipos, reutiliza materiais, elementos e componentes que não requeiram transformações. Além disso, recicla os resíduos transformando-os em matérias-primas para reutilização nas obras, gerando vantagens na diminuição do custo de fornecimento de materiais, diminuindo a quantidade de recursos naturais e energia a serem gastos, ou seja, propiciando a diminuição da contaminação do meio ambiente e de gastos com a própria gestão de resíduos.

Neste contexto, a Resolução nº 307/2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define, portanto, as diretrizes, os critérios, os procedimentos, as responsabilidades e os deveres dos geradores e transportadores, assim como a necessidade de cada município licenciar as áreas para disposição final, fiscalizar o setor em todo o processo, bem como implementar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Com isso, os setores públicos e privados promoverão os meios adequados para o manejo e a disposição desses resíduos.

O presente trabalho apresenta conceitos elaborados por meio de levantamento bibliográfico pertinente ao assunto, através de um referencial teórico consistente ao consultar livros, projetos, trabalhos de autores renomados e estudo de caso e associar os conceitos com casos reais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a normatização pertinente a gestão e destinação dos resíduos sólidos da construção civil, bem como verificar a possibilidade de implementação nas obras do setor, com o objetivo de diminuir os custos com a gestão dos resíduos, promover informações metodológicas de gestão e, principalmente, contribuir para a redução dos impactos causados ao meio ambiente.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- a) diagnosticar o mecanismo desenvolvido em três empresas de construção civil (pequeno, médio e grande portes);
- b) identificar as responsabilidades tanto do setor público, como do setor privado;
- c) identificar as metodologias de gestão de resíduos desenvolvidas nas obras, para implantar o processo de gestão e destinação com base na legislação e nas boas práticas de gestão de resíduos da construção e demolição (RCD).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Hahn e Lauridsen (1994) e Franco (2000) escrevem em seus estudos que a Alemanha possui destacada atuação no que se refere a pesquisas e adoção de medidas direcionadas a conservação ambiental e desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao tratamento e reciclagem de resíduos sólidos, empregando-se um aprimoramento constante, especialmente no âmbito da engenharia ambiental.

Nesse contexto, Hahn e Lauridsen (1994, p. 371) ressaltam que no final da década de 70 desenvolve-se na Alemanha o pensamento que veio a ganhar o mundo, segundo o qual os denominados dejetos eram, na verdade, materiais valiosos, ressaltado ainda que:

Num lar em Berlim se produzia 810 kg de “dejetos” por ano, destes dejetos poderiam se reutilizados 615 kg. Ainda se reutilizasse 50%, a redução de dejetos nessas cidades como Berlim, com cerca de 3 milhões de habitantes ficaria em cerca de 1,2 milhões de toneladas anuais. Foram então sugeridas as seguintes recomendações, ou seja: evitar a geração de dejetos; recolher em separado os materiais e os dejetos (vidro, papel, substâncias orgânicas e químicas e metais); preparar adubos com o lixo orgânico e estabelecer estações de reciclagem.

Esse processo constatado na Alemanha na década de 70, relacionado especificamente aos Resíduos sólidos, não foi um processo implantado de forma imediata, sendo um processo gradativo que acompanhou uma evolução cultural e possibilitou uma implantação gradativa e adequada às condições locais.

Em função da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), uma nova perspectiva se apresenta ao cenário nacional, visto que além de regulamentar a gestão adequada dos resíduos, a lei inclui ainda determinadas questões para o desenvolvimento econômico, social e a manutenção da qualidade ambiental (FERNANDES, 2014).

Observa-se que a referida política apresenta o PNRS como um de seus instrumentos para alcançar os objetivos da Lei 12.305/2010. Assim, para o processo de elaboração do plano deverá adotar uma metodologia de planejamento de suas

metas e ações, que inclua necessariamente uma análise de fatores estratégicos para a devida tomada de decisão, envolvendo a participação pública e destacando a necessidade de ampliar as práticas para o desenvolvimento sustentável (FERNANDES, 2014).

Neste caso, o diagnóstico dos resíduos da construção civil tem por objetivo subsidiar as discussões referente à elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, a partir de um panorama estratégico e de longo prazo que leve em consideração determinados fatores ambientais e socioeconômicos (VENTURINI, 2011).

Portanto, objetivando a implementação de ações que tenham por finalidade o aumento da sustentabilidade socioeconômica e ambiental na questão dos resíduos sólidos, é necessário desenvolver um diagnóstico que inclua necessariamente a identificação dos tipos de resíduos produzidos, bem como o levantamento dos aspectos legais e técnicos aliados ao tema, representando, assim, o conjunto de informações necessário para o planejamento destas propostas (CASTRO, 2012).

Nesse contexto, não tendo conhecimento da realidade local, regional ou nacional, o planejamento de metas e ações poderá ser inadequado e dessa forma, os benefícios da gestão de resíduos sólidos não serão eficientes e/ou eficazes e os prejuízos ambientais e socioeconômicos continuarão a representar um elevado ônus à sociedade. Assim, ter pleno conhecimento da situação ambiental local pode contribuir amplamente com a formulação de políticas públicas, que de forma prospectiva possibilita a inclusão de medidas de caráter preventivo (LOPES; CASAGRANDE JUNIOR, 2009).

Por conseguinte, o gerenciamento adequado ainda encontra grandes obstáculos, especialmente pelo fato do desconhecimento da natureza dos resíduos, pela ausência de cultura de separação e pelo aumento de novos materiais. Dessa forma, conhecer e diagnosticar os resíduos gerados possibilitará um melhor encaminhamento para o plano de gestão e o gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC) (IMBELLONI, 2009).

### 3.1 Resíduos da Construção Civil

Segundo a norma ABNT NBR 10004 (ABNT, 2004, p. 1) resíduos sólidos são todos os:

Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: urbana, agrícola, radioativa e outros (perigosos e/ou tóxicos). 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 seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

Em decorrência da evolução industrial e do conseqüente crescimento dos centros urbanos, verifica-se que as transformações intrínsecas à população desencadeiam um processo de consumismo e o conseqüente aumento na geração de resíduos sólidos. Atualmente, o termo mais empregado em relação aos resíduos resultantes das diversas atividades industriais e domésticas é o de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), muito embora o termo seja muito amplo, englobando, além dos materiais no estado sólido, os materiais no estado semissólido, tais como lodos e líquidos (KARPINSK, 2009).

Em relação aos conceitos sobre resíduo sólido considera-se que este pode ser considerado como todo material que apresente um determinado grau de rigidez que tenha forma própria e seja resultante de qualquer atividade humana (BRASIL, 2011).

Mesmo com uma diversidade de definições verificadas para denominar e identificar tipos de resíduos ou lixo tem-se, ainda, que ampliar este conceito, levando em consideração o contexto, as formas de manejo, a modalidade do tratamento adotado e sua historicidade (CASTILHO JUNIOR et al., 2003).

A norma ABNT NBR 10.004/2007 classifica os resíduos sólidos urbanos para possibilitar o seu tratamento bem como a correta disposição final dos mesmos, sendo que os mesmos podem ser relacionados da seguinte forma (LEITE, 2014):

- a) em função de sua origem;
- b) em relação à sua biodegradabilidade;
- c) quanto à sua periculosidade;
- d) quanto à sua reciclabilidade;
- e) em relação à legislação vigente.

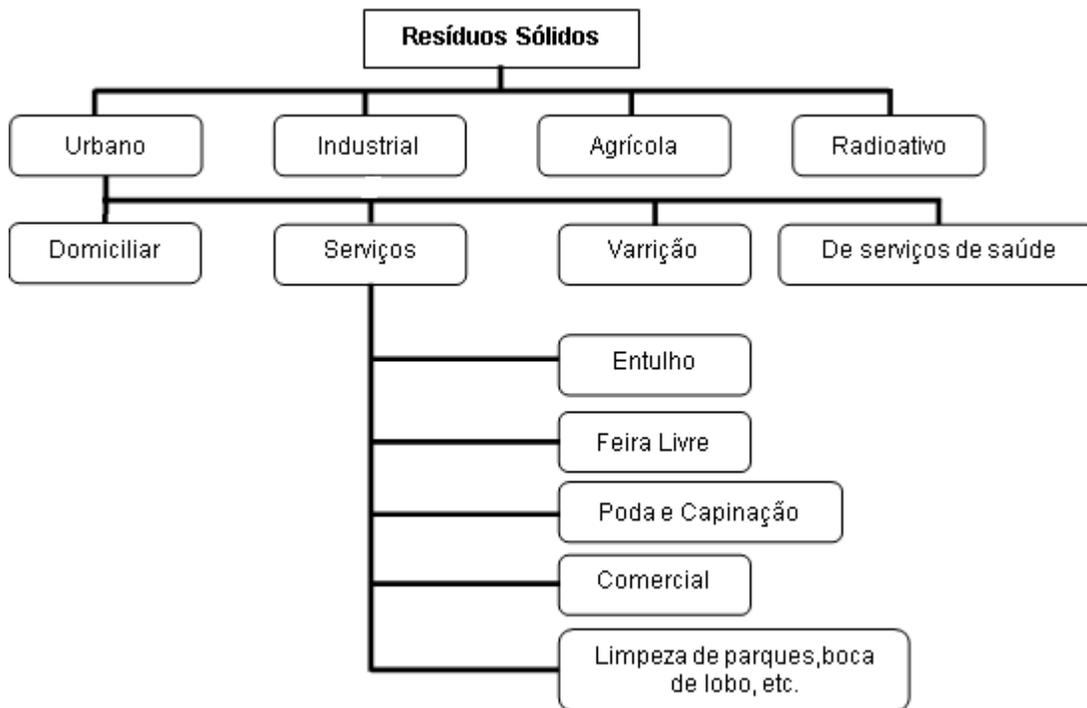
O momento presente é altamente tecnológico aliado ao elevado consumismo humano, onde os bens de consumo evoluem constantemente e, em um breve espaço de tempo, ocorrem as substituições dos mesmos produtos por outros mais novos, o que vem acarretar em uma grande quantidade de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados. Ainda que alguns desses produtos não venham a se tornar obsoletos tão rapidamente, e que suas utilizações possam ser prolongadas, existem inúmeros outros produtos descartáveis que apresentam um ciclo de vida limitado, mesmo quando reaproveitados e/ou reciclados, gerando um volume alarmante de RSU diariamente e sem destinação correta (FIORENTIN, 2002).

Conforme Schalch et al. (1995, p. 45), os resíduos sólidos podem ser classificados em decorrência de sua forma, conforme se verifica:

- a) residuais (lixo domiciliar);
- b) comerciais (estabelecimentos comerciais);
- c) industriais (diferentes áreas e de constituição variada);
- d) residuais de saúde (as diferentes áreas de que se ocupam esse serviço como, hospitais e refeitórios);
- e) especiais produzidos periodicamente (naturais e entulhos);
- f) varrições (proveniente da varrição regular das ruas).

A Figura 1 mostra a classificação dos resíduos sólidos urbanos quanto a sua origem, possibilitando a visualização proposta por Schalch et al. (1995) em relação aos resíduos sólidos.

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos urbanos quanto a sua origem



Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

Os resíduos sólidos urbanos, a partir da fonte de geração, podem ser classificados em função do seu grau de biodegradabilidade, da seguinte forma (NASCIMENTO, 2007):

- a) apresentam-se facilmente degradáveis (putrescíveis: matéria orgânica, restos de alimentos, cascas de hortifrutigranjeiros);
- b) modeladores degradáveis (papel, papelão e outros produtos celulósicos);
- c) dificilmente degradáveis (trapo de couro, pedaços de pano, serragens de couro, borracha e madeira);
- d) não degradáveis (vidro, metal, pedras, e metais pesados e outros).

Além destas classificações, Nascimento (2007) apresenta outra classificação que leva em consideração a origem dos resíduos sólidos, ou seja:

- a) **Domiciliares:** incluem nessa classificação as revistas, os jornais, as embalagens em geral, os restos de alimentos e outros mais;
- b) **Comerciais:** geralmente são os plásticos, as embalagens diversas de diferentes componentes, o material higiênico, os materiais orgânicos, entre outros;
- c) **Públicos:** varrições de ruas, limpeza de praias, de galerias, de córregos e de terrenos, restos de podas de árvores, etc., de limpeza de áreas de feiras livres, composto por restos de verduras, frutas e vegetais diversos, embalagens, etc.
- d) **Serviço de saúde:** é composto basicamente por resíduos sépticos e assépticos nas suas mais diversas formas;
- e) **Área de transportes:** metais, borrachas, vidros;
- f) **Industriais:** cerâmicas, plásticos, vidros e muitos outros podendo ser tóxicos ou não, gerando impactos ao meio ambiente;
- g) **Agrícolas:** embalagens de defensivos agrícolas, ração, adubos, restos de colheita, esterco de animais, embalagens de agroquímicos;
- h) **Entulhos:** construção civil, restos de obras e demolições, solos de escavações, entre outros.

Em análise à norma ABNT NBR 10.004/2007 verifica-se que a mesma apresenta uma proposta referente à classificação dos resíduos sólidos norteada as questões gerenciais destes materiais, sendo que a mesma apresenta a seguinte classificação dos RSU:

- a) **Resíduos classe I ou perigosos:** estes resíduos são classificados em função de sua periculosidade considerando suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, as quais apresentam altos riscos para a saúde pública e ao meio ambiente, ou seja, são resíduos que apresentam alta inflamabilidade, corrosividade, são altamente reativos, tóxicos e patogênicos; entretanto, ressalta-se que não se incluem neste

item os resíduos sólidos domiciliares e os produzidos nas estações de tratamento de esgotos (ETE);

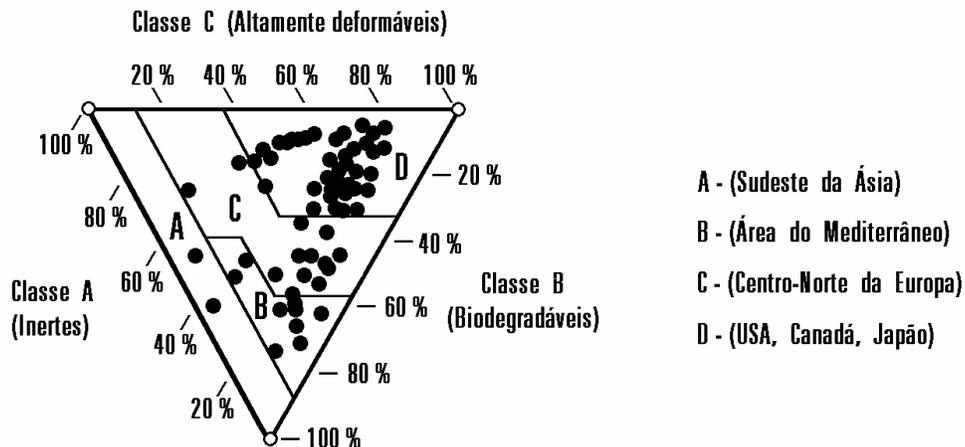
- b) **Resíduos classe II A ou não inertes:** apresentam como propriedades a combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Estão incluídos nessa categoria os papéis, o papelão, os restos vegetais e outros;
- c) **Resíduos classe III B ou inertes:** quaisquer resíduos que submetidos a contatos estáticos ou dinâmicos com água destilada ou deionizada e à temperatura ambiente, não tiveram nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Neste contexto, se enquadram rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos facilmente.

Da mesma forma, verificam-se algumas classificações que fazem uso de determinadas características físicas dos resíduos sólidos, empregando-se indicadores, entre os quais se destacam: teor de umidade, distribuição do tamanho das partículas e identificação das diferentes categorias de materiais contidos em uma amostra representativa, ou seja, em função de sua composição gravimétrica ou volumétrica (KNOCHENMUS et al., 1998).

Nascimento (2007 apud GRISOLIA et al., 1995) relata uma proposta de classificação para os resíduos urbanos, utilizando-se de um diagrama triangular composto basicamente por três classes de materiais: inertes, muito deformáveis e orgânicos biodegradáveis, conforme se verifica na Figura 2.

Nesse contexto, destaca-se que essa referida classificação consiste basicamente em dispor os dados de composição de cada classe dos RSU disposto no diagrama triangular em função da determinação da posição de cada amostra no diagrama, podendo assim avaliar as propriedades mecânicas esperadas para o material.

Figura 2 - Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos empregando-se do diagrama triangular



Fonte: Nascimento (2007 apud GRISOLIA et al., 1995).

O Artigo 3º da Resolução 307/2002 do CONAMA classifica os resíduos da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.) argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Observa-se que pela citada Resolução, considera-se os resíduos da construção civil os provenientes de execução, reforma, reparo e demolição de obras, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: blocos cerâmicos, concretos em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, os quais são denominados de entulhos de obras, caliça ou metralha (SEGATO; NETO, 2012).

O que se pode verificar nos resíduos da construção civil, é que os mesmos são compostos por materiais de composições distintas, os quais são caracterizados pela norma ABNT NBR 10.004/2007, que classifica os resíduos sólidos derivados da construção civil como inertes, sendo os mesmos compostos por inúmeros elementos, tais como rochas, tijolos, vidros, alguns plásticos, madeiras, papéis, etc. Entretanto, apesar da determinação destes elementos, não se encontra disponível, até o momento, análises referenciando a solubilidade dos resíduos de forma global, de forma a garantir que não ocorra concentrações superiores às especificadas na norma acima mencionada, que enquadraria os resíduos de construção como classe II – não inerte (SIMIÃO, 2011).

Destaca-se, ainda, que a heterogeneidade do entulho e a dependência direta de suas características com a obra que lhe deu origem pode alterar o mesmo de faixa de classificação, ou seja, uma construção civil pode produzir uma quantidade de entulho inerte e outra construção com as mesmas característica pode vir a apresentar elementos que o tornem não inerte ou até mesmo perigoso, tais como se verifica a presença de amianto que, no ar, é altamente cancerígeno (JOHN, 2000).

### **3.2 Legislação Sobre Resíduos da Construção Civil**

A legislação ambiental tem sua principal disposição na Constituição Federal, que determina a competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios para proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas (art. 23, inciso VI, CF). Destaca-se, ainda, o art. 225, da Carta

Magna, segundo o qual “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” No mesmo artigo, insere-se o § 3º, segundo o qual, “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”. No que se refere à legislação infraconstitucional, pode-se mencionar a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que “dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”, a qual determina a obrigatoriedade de licenciamento ambiental junto a órgão estadual para a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (JURAS; MARTINS, 2002).

A questão ambiental no Brasil ainda é tratada como sendo um problema de preservação da natureza, particularmente, no que diz respeito às florestas e aos animais em extinção, a deposição de resíduos em aterros adequadamente controlados e controle da poluição do ar, com o Estado exercendo o poder de polícia. A lei federal de crimes ambientais (nº 9.605/1998) revela um estado ainda mais voltado à punição das transgressões a legislação ambiental vigente do que em articular os diferentes agentes sociais na redução do impacto ambiental das atividades, mesmo que legais, do desenvolvimento econômico. Um contraponto a esta ação predominantemente política foi a iniciativa do Governo do Estado de São Paulo, através da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), na implantação de 17 Câmaras Ambientais Setoriais, inclusive relativa a construção civil (ÂNGULO et al., 2007).

Paiva e Ribeiro (2016) realizaram um estudo com o objetivo de construir um muro de alvenaria, com materiais novos e outro com materiais reciclados do entulho. Com o resultado do estudo chegaram a conclusão de que é financeiramente atrativo investir em tecnologias que tragam benefícios para o meio ambiente. Atualmente, o processo de reciclagem em uma obra de construção civil não se inclui no

gerenciamento do negócio, mas o estudo referido pode-se perceber que a reciclagem, na prática, pode contribuir para uma mudança de paradigma dos empresários da indústria da construção civil.

A Resolução CONAMA 307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, representando o primeiro roteiro para a regulamentação do gerenciamento desses resíduos. Essa normatização foi elaborada visando implementar uma política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, ante a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. Considerou, ainda, que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental, sendo que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas. Ressaltou, ainda, que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos. A Resolução considerou também a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil. Finalmente, afirma-se que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

O histórico da gestão dos resíduos sólidos no Brasil é recente, tendo como primeira iniciativa a edição da Lei 354/1989, que abordava especificamente os resíduos da saúde. Em 1991, esta lei foi aprimorada e gerou o Projeto de Lei 203, com o mesmo tema. Além disso, em 2003 foi criado um grupo de trabalho Interministerial de Saneamento que criou o programa de resíduos sólidos urbanos (RODRIGUES, 2015).

Contudo, somente em 2005 que um anteprojeto sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi enviado à câmara e após inúmeras discussões e audiências públicas foram apresentadas cerca de 100 projetos sobre este e assim, somente em 2010 que a Lei 12.305 foi sancionada (MONTAGNA et al., 2012).

Observa-se que a PNRS apresenta as definições, os princípios, os objetivos e os instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo as metas e direcionando as responsabilidades aos geradores, ao Poder Público e aos demais instrumentos econômicos passíveis de geração de resíduos (BRASIL, 2010).

Assim, dentre os objetivos desta lei, pode-se ressaltar a presença de uma gestão integrada de resíduos sólidos e a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos especifica a disposição final ambientalmente correta desses rejeitos. Dessa forma, entre os seus instrumentos, destacam-se os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, a educação ambiental e os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A Lei 12.305/2010, em seus artigos 20 e 21, especifica quem está sujeito à elaboração dos planos de resíduos sólidos e ainda define o conteúdo mínimo que deve conter um plano de resíduos sólidos. Observa-se que o objetivo geral da referida lei é a criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) (RODRIGUES, 2015).

O Decreto 7.404/2010 regulamenta a Lei 12.305/2010, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências (SEGATO; NETO, 2012).

Por meio da Lei 12.305/2010 verifica-se os instrumentos necessários para a Implantação da logística reversa, acordos setoriais, regulamentos expedidos pelo Poder Público, bem como os termos de compromisso a ela afetos. Ressalta-se que a logística reversa pode ser definida pela PNRS da seguinte forma (RODRIGUES, 2015, p. 8):

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Além disso, a Lei 12.305/2010 trata da coleta seletiva inclusiva, onde em seu artigo 11 destaca a inclusão dos catadores, incentivando a partir da possibilidade de dispensa de licitação para a contratação de cooperativas ou associações de catadores, ações de capacitação, incubação e fortalecimento institucional destas cooperativas, além de necessária melhoria das condições de trabalho dos catadores (CUNHA JÚNIOR, 2008).

O Decreto 5940/2006 institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta em sua fonte geradora, bem como a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. Considera-se o decreto válido para os órgãos federais, tanto da administração direta, como da indireta e para administração pública estadual. Admite-se como reciclável em qualquer órgão, seja federal, estadual ou municipal, os resíduos que constituem bem de valor público, o qual deverá ter um destino social e ambientalmente adequado (RODRIGUES, 2015).

Além das leis e decretos, destacam-se as seguintes Normas Técnicas:

- a) ABNT NBR 10004/2004- dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos;
- b) ABNT NBR 12235/1992 - dispõe sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- c) ABNT NBR 9191/2002 - trata dos sacos plásticos para o acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio;
- d) ABNT NBR 7500/2013 e ABNT NBR 7501/2011 - dispõem sobre o transporte e armazenamento de materiais;
- e) Resolução CONAMA 307/2002 - estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Nesta resolução consta que o gerador deve ser o responsável pelo gerenciamento desses resíduos, devendo segregá-los e encaminhá-los para reciclagem e disposição final adequadas. As áreas destinadas à disposição final deverão passar pelo processo de licenciamento ambiental e serão fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes.

- f) Resolução CONAMA 275/2001 - estabelece o código de cores (Tabela 1) para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Tabela 1 - Padrão de cores para a coleta seletiva

Padrão de cor – Resolução CONAMA 275/2001	
COR	TIPO DE MATERIAL
Azul	Papel/papelão
Vermelho	Plástico
Verde	Vidro
Amarelo	Metal
Preto	Madeira
Laranja	Resíduos perigosos
Branco	Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
Roxo	Resíduos radioativos
Marrom	Resíduos orgânicos
Cinza	Resíduo geral não reciclável ou misturado ou contaminado não passível de separação

Fonte: Resolução CONAMA 275/2001.

### 3.3 Impactos Ambientais dos Resíduos da Construção Civil

Considera-se como impacto ambiental, segundo a resolução CONAMA nº 001/1986, como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, gerada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente (BERTOLDO, 2012) afetam:

- a) a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) as atividades sociais e econômicas;
- c) a biota;
- d) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- e) a qualidade dos recursos ambientais.

É incontestável que todas as etapas da indústria da construção civil, desde a extração de matéria-prima à utilização e demolição, afetam direta e indiretamente os aspectos relacionados acima, sendo visível que o meio ambiente sofre grandes alterações decorrentes da exploração de mineradoras ao longo da cadeia da produção civil, como da mesma forma os impactos ambientais associados à produção e destinação final de RCC devem ser considerados como potenciais oportunidades ao empreendedor já que geram grandes volumes (LEITE, 2014).

Observa-se que os impactos ambientais gerados pela gestão indevida de RCC são decorrentes da sua destinação final dos resíduos em locais não autorizados. Sendo que estes fatos associados a um gerenciamento ambiental não eficaz resultam em um grande número de áreas degradadas, denominadas de botaforas clandestinos ou de deposições irregulares (COSTA; CAVALCANTI, 2013).

Verifica-se que essas áreas são localizadas, na grande maioria das vezes, nas periferias, onde se encontra a população mais carente que é mais afetada pelos problemas resultantes da disposição incorreta. Além de resultar em transtorno à população, demanda investimentos financeiros que coloca a cadeia construtiva no centro de discussões em busca de um desenvolvimento sustentável. Adiciona-se a isso, a disposição inadequada a qual desperdiça material que poderia ser reciclado ou reutilizado. O reaproveitamento é uma alternativa vantajosa no quesito econômico (LEITE, 2014).

Nesse caso, deve-se empregar um modelo cíclico ou de ciclo fechado que se refere a um sistema mais eficiente no aproveitamento dos recursos, visto fazer uso de forma otimizada de todos os recursos investidos. Por meio desse modelo, os produtos apresentam um desempenho ambiental mais adequado ao longo da vida útil e são projetados com maior durabilidade objetivando não sobrecarregar os aterros ao se tornarem rejeitos. Da mesma forma, deverão ser projetados na intenção de facilitar o desmonte, reforma e operação. Assim, somente após inviabilizar a operação, serão destinados a reciclagem (FERREIRA; MOREIRA, 2013).

Em decorrência da degradação, observa-se que o número de vezes que o material pode ser reciclado é limitado. Dessa forma, os RCC podem ser reciclados,

reutilizados ou encaminhados para o descarte em áreas licenciadas por algum órgão ambiental competente, entretanto, parte é descartada de forma ilegal (LEITE, 2014).

A ausência de efetividade ou inexistência de políticas públicas que ordenem a destinação de RCD nas cidades, associada ao descompromisso dos geradores, podem provocar os seguintes impactos ambientais, a qual Nunes et al. (2010) relaciona:

- a) degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- b) proliferação de agentes transmissores de doenças;
- c) assoreamento de rios e córregos;
- d) obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias e sarjetas;
- e) ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana;
- f) existência e acúmulo de resíduos contaminados que podem gerar risco por sua periculosidade;
- g) indução de escorregamentos;
- h) modificação de cursos d'água;
- i) aumento da turbidez e da quantidade de sólidos em suspensão em corpos d'água receptores;
- j) modificações do lençol freático com rebaixamento ou elevação do nível de base local;
- k) mudanças na dinâmica de movimentação das águas subterrâneas;
- l) inundações à jusante.

Em relação aos impactos da indústria da construção civil, observa-se que os mesmos podem ser subdivididos em quatro grandes grupos em sua cadeia:

- a) **Consumo de recursos naturais:** para John (2000 apud FERREIRA; MOREIRA, 2013), o consumo de recursos naturais na construção civil

depende da vida útil das estruturas construídas, das necessidades de manutenção preventiva e corretiva, das perdas incorporadas nos edifícios e da tecnologia empregada.

- b) **Consumo de energia:** a produção de materiais consome uma quantidade considerável de energia. A energia por unidade de massa não constituiu um indicador de impacto ambiental, para uma mesma função, existe diferença de eficiência entre os materiais. O consumo de energia pode ser compensado pela durabilidade elevada (JOHN, 2000, p. 20-21). A Tabela 2 exemplifica o consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção.

Tabela 2 - Consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção<sup>1</sup>

construção (MJ/t)		
Produto	Minímo	Máximo
Cimento via seca <sup>1</sup>	1,2	2
Cimento via úmida <sup>1</sup>	4,9	7,4
Madeira natural	4	7
Compensado	18	-
Tijolo Cerâmico	2,8	5,8
Gesso	1,4	7,4
Vidro plano	10,2	21,6
Tintas látex (base seca)	76	77,7
Poliestireno	105	122,8
Aço	25,7	39
Alumínio	145	261,7

Fonte: John (2000).

- c) **Geração de resíduos e perdas/desperdícios:** os fatores que mais influenciam a geração de resíduos são: falta de detalhamento nos

<sup>1</sup> Os consumos energéticos da indústria cimenteira brasileira são muito inferiores, seja em função de uma superior eficiência energética do processo, seja pelo elevado índice de reciclagem.

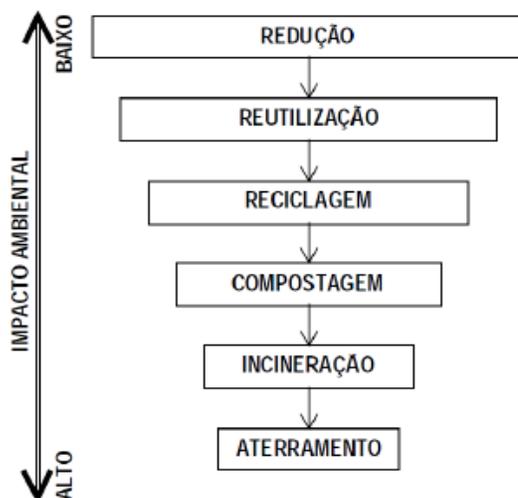
projetos, qualidade inferior dos materiais de construção e mão-de-obra não qualificada. Para evitar o desperdício e perda em uma construção, propõe-se o modelo de demolição seletiva, que prevê a retirada dos materiais presentes no edifício antes da demolição. A separação dos materiais é feita de acordo com as características dos mesmos. Isso diminui os ruídos, a poeira, as vibrações, as contaminações e possibilita o reuso (LIMA; LIMA, 2009).

- d) **Poluição Ambiental:** a fabricação de alguns elementos da construção civil, como cimento Portland ou cal, emite grandes quantidades de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, poluindo o entorno da indústria e agravando o efeito estufa.

Deve-se ressaltar que todos os estudos que avaliem todo o ciclo de vida do resíduo são importantes para analisar todos os impactos pontuais e sistêmicos de toda cadeia construtiva. O cerne da questão é a redução dos materiais necessários, reutilização do que pode ser aproveitável e reciclagem (VENTURINI, 2011).

A Figura 3 apresenta um modelo de fluxograma, onde se verifica a hierarquia de grau de impactos ambientais provenientes da construção civil (PENG et al., 1997).

Figura 3 - Grau de impactos ambientais decorrentes da construção civil



Fonte: Peng et al.(1997).

A disposição inadequada dos resíduos da construção civil, seja em ruas ou em lixões, causa diversos problemas ao ambiente e também à saúde pública, como relaciona Venturini (2011):

- a) assoreamento de córregos e rios; devido ao carreamento de grandes quantidades de sedimentos ao curso d'água;
- b) obstrução dos sistemas de drenagem;
- c) proliferação de agentes transmissores de doenças como roedores e insetos peçonhentos;
- d) degradação da paisagem urbana;
- e) prejuízo à circulação de veículos e de pessoas;
- f) riscos geotécnicos.

### **3.4 Os Três R's no Canteiro de Obra – Reduzir, Reutilizar e Reciclar**

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) especifica que os Três R's se referem a um eixo orientador direcionado para prática e esta relacionada a resíduos sólidos, no que se refere ao processo de redução dos resíduos de construção civil, soluções ambientais, econômicas e sociais. Pode ser encontrado na Agenda 21 e no Artigo 19 Inciso X da PNRS, que são divididos em três aspectos importantes (ARAGÃO, 2013).

Os três R's se referem a uma excelente ferramenta, que pode ser utilizada tanto no canteiro de obra quanto nas empresas coletoras de resíduos. Observa-se que a Figura 4 apresenta os três R's na sequência, para que ocorra inicialmente uma escolha de prioridades do material no momento em que for decidir o destino final do resíduo. Sendo que a reutilização foi posicionada em segunda opção por se referir a ganho de benefício em curto prazo, menos gasto de energia, menos taxas de emissões poluentes e menos gasto com a água comparada com a reciclagem (CORRÊA, 2009).

Figura 4 - Os Três R's no canteiro de obra



Fonte: Corrêa (2009).

Para Corrêa (2009), Reduzir, Reutilizar e Reciclar é definido como sendo um conceito que se aplicado corretamente faz grande diferença para o meio ambiente, minimizando os impactos ambientais e ganhando economia no orçamento, sendo que os três R's têm os seguintes significados:

- a) reduzir: observa-se a existência de casos que não se verifica a presença de uma possibilidade de reduzir o consumo do material;
- b) reutilizar: é reaproveitar o material sem que o mesmo sofra quaisquer alterações ou processamento complexos. Antes de um produto ser jogado fora, ele ainda pode ter usos sem ter que passar por um processo de reciclagem e restauração. Assim, para a reutilização de um desmonte é necessário desenvolver um processo esquematizado para organizar a demolição seletiva ou ainda uma desconstrução para que o material não seja danificado ou misturado a ponto de não ser separado. Em relação aos elementos estruturais, caixilhos, porta, piso, painéis, etc., podem ser reutilizados se estiverem em bom estado, simplesmente retirando-os e recolocando-os no local desejado. Em determinados

casos faz-se necessário cortes para a adequação do material, por isso é necessário um planejamento para cada tipo de material;

- c) reciclar a quantidade de desperdícios, reduzindo o lixo gerado por um determinado material, sendo nas embalagens ou pelo descarte do material.

Em relação ao caso dos elementos estruturais da construção civil, tais como madeira e aço, o ideal é que na concepção do projeto e quando ocorrer o desmonte já esteja pré-determinada a destinação final do resíduo, uma vez que devem ser empregadas peças que se encaixam, ao invés de cola em madeira ou solda em aço, ou até outro tipo de junta que seja atóxica e impeça a separação (BERTOLDO, 2012).

A reciclagem é vista em duas ocasiões, ou seja, na demolição ou na própria construção, conforme mencionado anteriormente, na reutilização de material de demolição. Para reciclar o material de demolição, é necessário um planejamento para que os materiais não se misturem e não se contaminem. A título de exemplos de materiais que podem ser reciclados destacam-se: a areia, cimento, concreto, aço, blocos e tijolos (ARAGÃO, 2013).

Em relação as etapas da reciclagem, destaca-se que as mesmas são as seguintes: limpeza, seleção, homogeneização, extração de contaminantes e materiais metálicos, por intermédio de um eletroímã e britagem. Assim, quando devidamente reciclado, o entulho apresenta ótimas propriedades físicas podendo ser empregado como matéria-prima na produção de material da construção civil (BERTOLDO, 2012).

Fernandes (2014) leciona que em uma parceria do governo com universidades no Reino Unido desenvolveu-se um projeto de hierarquia para o tratamento de entulhos (*WasteStrategy 2000 for EnglandandWales*). Observa-se que o desenvolvimento desse projeto fundamentou-se nos benefícios ambientais, obtidos a partir dos critérios abaixo:

- a) reduzir a quantidade de resíduo produzido;

- b) reusar, Reciclar e *Downsizing*;
- c) incinerar e aterrar.

No mesmo estudo pode-se observar que foi desenvolvido um sistema de avaliação de produto e materiais de construção para a reutilização e sua resistência de reciclagem, objetivando classificá-los facilitando o projeto. Verifica-se que os detalhes são os seguintes:

- a) reuso: quando o elemento pode ser reinstalado sem ter sido remanufaturado;
- b) reciclagem: o elemento é remanufaturado por completo para a produção de um novo elemento;
- c) *downsizing*: o elemento é reprocessado, para produção de um elemento diferente e de qualidade mais baixa (FERNANDES, 2014).

Dessa forma, a utilização de forma racional os recursos naturais implica necessariamente em usá-los de forma econômica e racional evitando o seu desperdício (BRASIL, 2002). Para que isso ocorra é preciso inserir no plano de gestão integrada de resíduos sólidos programas que sejam efetivos e de fácil assimilação dos respectivos participantes, sendo que os três R's vêm contribuir neste sentido, considerando que esse programa prioriza a Redução da geração na fonte, a partir da Reutilização de materiais com aptidão e a Reciclagem (SIMIÃO, 2011).

Observa-se que as definições de cada um dos três R's, na ordem em que os mesmos devem ser considerados estão relacionadas da seguinte forma:

- a) redução da geração na fonte: implantação de procedimentos que priorizem a não geração dos resíduos. Sendo que estas ações podem variar de implantação de novas rotinas operacionais a alterações tecnológicas no processo produtivo;

- b) reutilização de resíduos: neste caso o resíduo é reaproveitado sem que haja modificações na sua estrutura;
- c) reciclagem de resíduos: no caso da reciclagem existe um beneficiamento no resíduo para que o mesmo seja utilizado em outro (ou até no mesmo) processo. Citando como exemplo o caso da reciclagem de latas de alumínio (SISTEMA FIRJAN, 2006).

Pode-se verificar que a ordem que os três R's se apresenta demonstra a presença de uma sequência lógica, visto que inicialmente se faz necessário reduzir, como por exemplo no que diz respeito a produção de documentos, com o mínimo de impressão em papel (Redução). Caso haja necessidade de maior produção é possível então reutilizar esses mesmos documentos como rascunhos de outros trabalhos (Reutilização) e, finalmente, podem ser encaminhados a uma empresa especializada em reciclagem de papel (Reciclagem) (FREITA et al., 2007).

### **3.5 Gestão dos Resíduos da Construção Civil e Responsabilidade**

Observa-se que a urbanização e o crescimento populacional das grandes cidades carecem de um incremento em relação às atividades de construção civil e infraestrutura, produzindo os impactos ambientais como maior índice de exploração dos recursos naturais e amplia o volume de resíduos urbanos a serem gerenciados. Para administrar essa situação, desenvolvem-se e aplicam-se as legislações, resoluções e normas necessárias, que buscam nortear e definir critérios para aprimorar a qualidade de vida nas cidades (BERTOLDO, 2012).

Sendo assim, deve-se considerar a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reutilização, reciclagem e beneficiamento destes referidos resíduos. Avalia-se a necessidade iminente de que nos municípios brasileiros seja implementado o Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, que proporcionem benefícios de ordem social, econômica e ambiental (SEGATO; NETO, 2012).

Neste aspecto, a gestão de resíduos sólidos deverá atender aos seguintes princípios (ABRELPE, 2011; ABRELPE, 2012):

- a) a prevenção da geração de resíduos;
- b) a minimização dos resíduos gerados;
- c) a reutilização, a reciclagem e a recuperação ambientalmente segura de materiais ou de energia dos resíduos ou produtos descartados;
- d) o tratamento ambientalmente seguro dos resíduos;
- e) a disposição final ambientalmente segura dos resíduos remanescentes;
- f) a recuperação das áreas degradadas pela disposição inadequada dos resíduos.

Para tanto, recomenda-se que o gerador de resíduos determine um Plano de Gerenciamento de Resíduos que venha a considerar os seguintes aspectos (KARPINSK, 2009).

O inventário de resíduos: a origem, o volume, a caracterização e a classificação dos resíduos:

- a) os procedimentos a serem adotados na segregação, coleta, classificação, acondicionamento, armazenamento, transporte, reciclagem, recuperação, reutilização, tratamento e disposição final, conforme sua classificação, indicando os locais onde essas atividades serão implementadas;
- b) ações preventivas e corretivas a serem aplicadas no caso de situações de manuseio incorreto ou acidentes;
- c) um técnico habilitado responsável pelo seu gerenciamento.

Ressalta-se que as unidades geradoras, transportadoras e receptoras de resíduos deverão ser projetadas em conformidade com a legislação e com a regulamentação pertinentes, devendo ser implantadas, operadas, monitoradas e ter

suas atividades encerradas de acordo com o projeto previamente aprovado pelo órgão ambiental estadual competente (VENTURINI, 2011).

Em relação à gestão, conforme mencionado anteriormente, a geração e destinação dos resíduos da construção civil no Brasil apresentam características relacionadas ao tipo de obra que deu origem aos mesmos, assim, decorrem das denominadas construções formais, ou seja, as que são realizadas por meio de construtoras em obras de empreitada ou de incorporação, que são totalmente diferentes daquelas decorrentes das obras denominadas informais, ou seja, as derivadas de pequenas obras de ampliação e reforma de imóveis realizadas por pequenos prestadores de serviço legais ou mesmo autônomos (SEGATO; NETO, 2012).

Observa-se que são dois os tipos de obras em construção civil que mais produzem impactos em função da destinação desordenada dos resíduos produzidos em terrenos clandestinos não licenciados pela prefeitura nos centros urbanos, exercendo forte pressão ao meio ambiente e aos serviços municipais.

Nesse contexto, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº. 307/2002 (BRASIL, 2002), em seu artigo 4º, § 1º determina que, *in verbis*:

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

Na mesma trilha, o artigo 3º da referida Resolução destaca os tipos de resíduos que devem ou não ser armazenados neste tipo de aterro, segundo as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, apresentado anteriormente.

Segundo Cardoso e Barros (2010), quanto à relação de impactos que a construção civil produz no meio ambiente, relacionam três fases distintas:

- a) implantação e operação do canteiro de obras;
- b) consumo de recursos; e
- c) incômodos e poluições nos meios físico (solo, ar e água), biótico e antrópico (trabalhador, vizinhança e sociedade), isto sem levar em consideração os impactos gerados pela geração de resíduos de construção.

Em complemento a essa questão, Blumenschein (2004) descreve que são de grande relevância a análise não somente do impacto ambiental da cadeia da construção civil, quer seja no solo ou lençol freático, no ar, sobre a fauna, flora e paisagem, bem como sobre o clima, além dos impactos não ambientais, os quais podem vir a afetar o emprego, renda e inclusão, acessibilidade e mesmo segurança e saúde, entre outros aspectos.

Na mesma trilha, Mota (1999) demonstra a importância da avaliação prévia dos impactos ambientais como uma forma eficiente que possa caracterizar e identificar as consequências que um empreendimento possa produzir sobre o meio ambiente, destacando como um dos seus principais objetivos a proposição de medidas mitigadoras aos possíveis impactos negativos.

Sobre os impactos ambientais, o maior problema em relação a esse tipo de resíduo está diretamente relacionado à sua deposição irregular e aos grandes volumes produzidos. Observa-se que a deposição irregular do resíduo é muito comum em todo o mundo. Dados demonstram que no Brasil os números estimados por Pinto (2005) em relação a cinco cidades de médio porte variam entre 10 e 47% do total produzido pelos mesmos. Assim, estes resíduos, quando depositados irregularmente, geram enchentes, proliferação de vetores nocivos à saúde, interdição parcial de vias e degradação do ambiente urbano (LIMA; LIMA, 2012).

Por vezes estes resíduos são doados ou comprados por proprietários de imóveis que utilizam os mesmos como aterro, costumeiramente sem maiores preocupações com o controle técnico do processo. Esta prática pode levar a problemas futuros nas construções erigidas nestas áreas, quando não ocasionam acidentes piores, como o caso da Favela Nova República em São Paulo/SP, onde o

desabamento de um aterro com resíduo de construção causou a morte por soterramento de várias pessoas (LIMA, 2005).

Em função dos organismos nacionais e internacionais de controle do meio ambiente, que ganhou grande destaque com a edição da Norma ISO 14000, a questão da reciclagem e do reaproveitamento de resíduos passou a ser estratégica em termos das políticas econômica e industrial (SEGATO; NETO, 2012).

Verifica-se que estão sendo cada vez mais procuradas as diversas formas e oportunidades de valorização de resíduos dos materiais e componentes da construção civil. Ademais, a implantação de modelos de produção mais limpa, com tecnologias modernas em plantas industriais tem sido também um elemento na redução dos resíduos gerados, bem como, pode vir a se tornar uma intervenção constante dos centros de pesquisa na busca de solução do problema e na identificação de matérias-primas secundárias para o desenvolvimento de materiais (BRANDÃO, 2013).

Alves (2007) ressalta que um sistema de gestão dos resíduos da construção civil em um determinado município deve necessariamente estar em conformidade com a principal referência normativa a este respeito, ou seja, a resolução dos resíduos, os fluxos dos resíduos na malha urbana e os impactos ambientais e econômicos produzidos pelas atividades relacionadas. Deve ser devidamente estruturado tomando como referência a necessidade de se obter soluções distintas para os pequenos e para os grandes geradores, bem como ser capaz de planejar, atribuir responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos tanto para desenvolver como para implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos de gerenciamento destes resíduos.

Por fim, o modelo de sistema de gestão dos resíduos da construção civil deve ser precedido de um diagnóstico da situação local com relação ao quantitativo de resíduos gerados, à identificação e à caracterização dos geradores, transportadores e recebimento final dos resíduos.

O que é imprescindível na atualidade em relação aos referidos resíduos, é que os administradores públicos municipais passem a analisar com mais ênfase o problema do gerenciamento dos RCC e resíduos da construção e demolição (RCD),

buscando sempre as devidas soluções em caráter corretivo ou de caráter emergencial, que tanto propiciam o aterramento de áreas naturais. É imprescindível que o Ministério Público atue fortemente na fiscalização e participe do processo de reflexão para se atingir uma nova gestão municipal (LOPES; CASAGRANDE JÚNIOR, 2009).

Segundo Marchi (2011), é essencial para a compreensão da gestão diferenciada dos RCC e RCD, que tal gestão deve ser constituída necessariamente por ações integradas que objetivem à: captação máxima de RCC e RCD por intermédio de áreas de atração diferenciada geradores de todos os tamanhos, ou coletores; reciclagem dos resíduos captados em áreas especialmente definidas para beneficiamento; alteração cultural dos procedimentos quanto à intensidade da geração, à correção da coleta e do despejo, e a possibilidade de reutilização dos resíduos reciclados.

Pinto (1999) descreve em sua obra que as principais finalidades da gestão diferenciada é a busca por:

- a) minimização dos custos municipais com limpeza pública;
- b) destinação final dos RCC e RCD e redução dos impactos produzidos pelos entulhos;
- c) descarte facilitado dos pequenos volumes; disposição racional dos grandes volumes de RCC e RCD;
- d) reservação dos aterros de inertes com sustentabilidade do desenvolvimento;
- e) melhoria da limpeza urbana;
- f) incentivo às ações de novos agentes de limpeza urbana;
- g) reservação ambiental por meio de redução dos impactos provenientes da deposição irregular, dos volumes aterrados e da exploração incessante e devastadora das jazidas naturais;
- h) reservação do ambiente urbano e da qualidade de vida de seus habitantes;

- i) incentivo à captação, reciclagem e reutilização dos RCC e RCD nos ambientes urbanos;
- j) incentivo à redução da geração dos grandes volumes de RCC e RCD, por meio da conscientização ambiental e da redução de perdas nos canteiros de obras e nas atividades de construção civil.

Fundado nessa ideia de gestão diferenciada, é de fundamental relevância que os geradores dos RCC e RCD passem a investir cada vez mais em novas tecnologias de construção, objetivando o melhor aproveitamento dos materiais. Dessa forma, uma alternativa viável é que o Promotor de Justiça pode empregar na eventual formulação de Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), com os geradores dos RCC e RCD, com a finalidade de minimização do montante produzido de resíduo, e a tentativa de implantação de Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil (MACHADO, 2012).

Em relação às responsabilidades, observa-se que diante dos impactos gerados pela inadequada disposição dos resíduos de construção civil, considera-se que somente a ação do Poder Público, com realização do serviço de coleta, armazenamento dos recicláveis e posteriores reciclagens, não soluciona definitivamente os problemas (VENTURINI, 2011).

Assim, considera-se que a gestão desses resíduos demanda de mudanças culturais, ampla conscientização e envolvimento de toda a população. Por conseguinte, observa-se que as soluções para a gestão dos resíduos da construção e demolição nas cidades devem ser viabilizadas de forma a ter a capacidade de integrar a atuação dos seguintes agentes (SCALONE, 2013):

- a) Órgão público municipal – diretamente responsável pelo controle e fiscalização sobre o transporte e destinação dos resíduos;
- b) Geradores de resíduos – responsáveis pela observância e cumprimento dos padrões previstos na legislação específica no que se refere à disposição final dos resíduos, fazendo sua gestão interna e externa;

- c) Transportadores – responsáveis pela destinação aos locais licenciados e apresentação do comprovante da destinação.

Segundo a resolução CONAMA 307/2002, a qual atribui as responsabilidades para o Poder Público municipal e também para os geradores de resíduos no que se refere à sua destinação, (SCALONE, 2013):

- A) Geradores: elaborar Projetos de Gerenciamento em obra (caracterizando os resíduos e indicando procedimentos para triagem, acondicionamento, transporte e destinação).
- B) Municípios: elaborar Plano Integrado de Gerenciamento, que incorpore:
  - a) Programa Municipal de Gerenciamento (para geradores de pequenos volumes),
  - b) Projetos de Gerenciamento em obra (para aprovação dos empreendimentos dos geradores de grandes volumes) Cabe aos municípios, segundo essa política direcionar um conjunto de ações, que atendam os seguintes objetivos:
    - i) Destinação adequada dos grandes volumes,
    - ii) Preservação e controle de aterros,
    - iii) Disposição facilitada de pequenos volumes,
    - iv) Melhoria da limpeza e da paisagem urbana,
    - v) Preservação ambiental,
    - vi) Incentivo às parcerias,
    - vii) Incentivo à presença de novos agentes de limpeza,
    - viii) Incentivo à redução de resíduos na fonte,
    - ix) Redução dos custos municipais.

Ainda, em relação à gestão diferenciada dos resíduos da construção civil, observa-se que é imprescindível na atualidade em relação aos referidos resíduos, é

que os administradores públicos municipais passem a analisar com mais ênfase o problema do gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC) e resíduos da construção e demolição (RCD), buscando sempre as devidas soluções em caráter corretivo ou de caráter emergencial, que tanto propiciam o aterramento de áreas naturais. É imprescindível que o Ministério Público atue fortemente na fiscalização e participe do processo de reflexão para se atingir uma nova gestão municipal (EVANGELISTA et al., 2010).

### **3.6 Destinação e Vantagens do Beneficiamento dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**

O processo de beneficiamento dos resíduos da construção e demolição tem início com a coleta dos mesmos, na sequência deve ser transportado até a área destinada à triagem, britagem, peneiramento, e por fim à estocagem (MACHADO, 2007).

Estas metodologias estão vinculadas às usinas de reciclagem, formadas por equipamentos trituradores, que são os mais importantes na linha de produção dos agregados reciclados. Estes trituradores, denominados de britadores, podem ser do tipo mandíbulas ou de impacto.

Em relação à sua implantação, a usina de reciclagem ou unidade recicladora apresenta determinados aspectos que devem ser observados, dentre os quais se ressalta: o local de sua instalação e volume de entulho a ser reciclado. No que se refere ao local de instalação deve ser observado se o mesmo está inserido no contexto urbano e o mais próximo possível das fontes geradoras dos rejeitos. Deve-se analisar, ainda, se as vias de acesso facilitam o tráfego e transporte do agregado reciclado (EVANGELISTA et al., 2010).

Outro fator importante na implantação de uma unidade recicladora é o impacto ambiental que a mesma pode causar. Para evitar ou minimizar os impactos ao meio ambiente e às populações circunvizinhas, que porventura habitarem ao seu redor, faz-se necessária à instalação de equipamentos que reduzam os ruídos causados pelos britadores bem como a emissão de poeiras.

Carneiro et al. (2000), em estudo realizado na cidade de Salvador/BA, destaca que foram implantados pontos de coleta de entulho espalhados em locais estratégicos da cidade, denominados de Pontos de Descarga de Entulho (PDE), com limite de recepção diária de  $2\text{m}^3$  por transportador. Esta alternativa obteve grandes resultados, pois minimizou o descarte de entulhos nos terrenos clandestinos e na beira dos cursos d'água. Os PDE são importantes no processo de reciclagem porque funcionam como elo entre o gerador e a usina de reciclagem.

Outras prefeituras no Brasil têm implantado usinas de reciclagem de entulho, tais como as das cidade de Belo Horizonte/MG, São Paulo/SP, São José dos Campos/SP, Ribeirão Preto/SP, Piracicaba/SP, Londrina/PR e Muriaé/RJ, entre outras (DUARTE; LIMA, 2007).

Quanto às características do material reciclado, Carneiro et al. (2000) descreve que a caracterização do agregado reciclado procurou definir uma metodologia para definir parâmetros adequados ao seu emprego na produção de materiais de construção e ainda procurou identificar as possíveis aplicações que venham a maximizar o seu emprego na construção civil.

Nas conclusões observadas pela pesquisa de Carneiro et al. (2000), o entulho foi fragmentado por um britador de mandíbulas e separado granulometricamente por uma peneira vibratória, o que resultou na produção de dois tipos de materiais com granulometrias distintas, ou seja: o agregado reciclado miúdo (material passante na peneira 4,8mm) e o agregado reciclado graúdo (material passante na peneira 19 mm).

Scalone (2013) descreve que os resíduos devem ser destinados segundo sua classificação na Resolução CONAMA Nº 307/2002 (BRASIL, 2002):

- I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12);
- II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (Nova redação dada pela Resolução 448/12) (Brasil, 2002).

Para Oliveira (2010) tanto os transportadores quanto as empresas que fazem a destinação final precisam necessariamente ter licença ambiental e seguir devidamente as normas técnicas, como especificado na Resolução CONAMA N° 307/2002, algumas das normas são:

- a) ABNT NBR 8.419/1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;
- b) ABNT NBR 12.235/1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- c) ABNT NBR 13463/1997 – Coleta de resíduos sólidos;
- d) ABNT NBR 15.112/2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e Operação;
- e) ABNT NBR 15.113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- f) ABNT NBR 15.114/2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

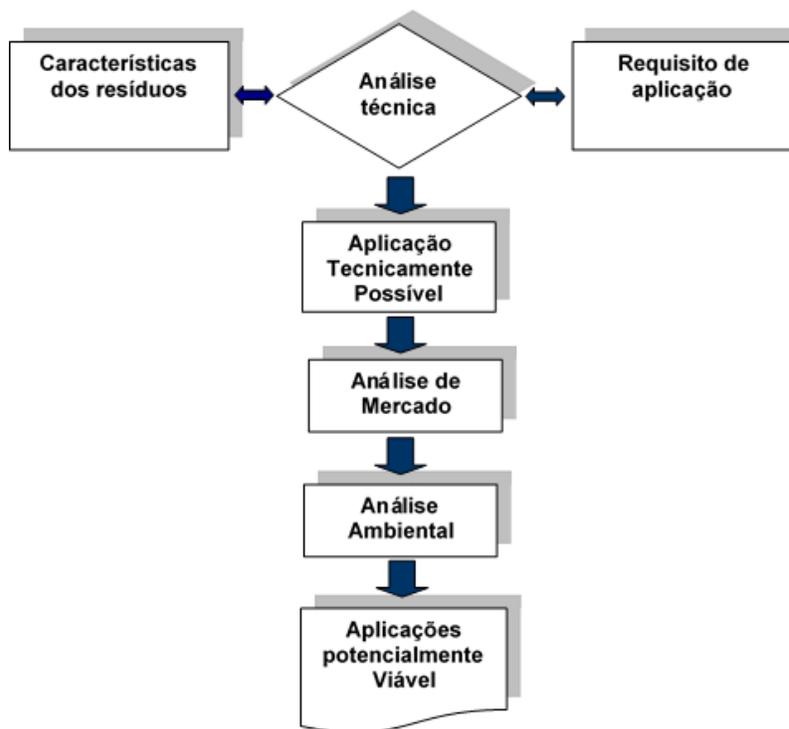
No entanto, de acordo com Pucci (2006), muitas normas técnicas estão sendo revisadas e outras ainda estão sendo elaboradas, pois não havia nenhuma norma específica anteriormente, como a relativa à destinação de gesso e seus subprodutos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é relevante a falta de estrutura e de fiscalização dos Estados e Municípios brasileiros no se refere à disposição final dos resíduos, sendo que são poucos os municípios que realizam a disposição de forma correta atendendo as disposição da nova Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2012), denominada Política Nacional dos Resíduos Sólidos,

visando o desenvolvimento sustentável, objetivo primordial da política de resíduos sólidos (BRANDÃO, 2013).

A aplicação do resíduo não deve ser feita em torno de ideias pré-concebidas, mas em decorrência das características do resíduo. Observa-se que como regra geral, tais aplicações são aquelas que melhor aproveitam as suas características físico-químicas com menor impacto ambiental dentro de um nicho de mercado específico, no qual o produto reciclado tem boas condições de competição com o produto convencional (Figura 5).

Figura 5 - Esquema geral de seleção alternativa para reciclagem de resíduos



Fonte: Elaborado pela autora.

As modalidades de destinação caracterizam-se por se tratarem de processos de aproveitamento de material sem necessidade de descarte e sem modificação. Normalmente, a utilização dos resíduos está relacionada a funções menos nobres do que a da matéria-prima original. Ocorre diretamente nas próprias obras ou externamente e em lugares adjacentes.

A gestão sustentável, na engenharia civil, busca recursos e atividades visando sempre a maior economia na execução de obras. Diante dessa situação, a reutilização de resíduos inertes faz parte de um programa de gerenciamento em obras de fácil percepção, tornando viável a reutilização até que a matéria-prima não possa mais exercer uma função em seu uso. Circunstancialmente, a reutilização é um requisito favorável para economia, cabendo aos executores ter conhecimento e abrangência no assunto para melhor interagir no gerenciamento diante deste recurso.

A destinação dos resíduos da construção civil deve ser específica, diversificando meios que possam ser utilizados a mitigar os impactos sobre o meio ambiente. Quanto às formas de destinação para os resíduos não reutilizados e não reciclados, caberá ser levados para aterros de inerte, onde a área de armazenamento possa ter utilidades futuras ou até mesmo em aterros de recuperação de voçorocas e outros, mediante a utilização dos entulhos como camadas compactadas no local.

O impacto gerado ao meio ambiente é imenso se não forem utilizados métodos adequados de disposição dos resíduos. Atualmente, existem muitos descartes clandestinos de entulhos, em locais como terrenos baldios, beiras de matas e estradas, assim como diretamente em córregos e rios, entre outros.

As formas atuais mais empregadas em relação à disposição final dos resíduos sólidos são definidas conforme explicitadas a seguir.

### *3.6.1 Depósito a céu aberto*

É o mais empregado no país. São os denominados lixões, comuns nos municípios brasileiros, vez que os mesmos não possuem infraestrutura adequada para a disposição dos resíduos sólidos, lançando-os em locais inapropriados, gerando sério risco à população local, bem como ao meio ambiente (DUARTE; LIMA, 2007).

Ressalta-se que o depósito a céu aberto consiste na disposição do lixo em local impróprio para essa finalidade, gerando grandes danos ao ar atmosférico, ao

solo e subsolo, ao lençol freático, aos rios e mananciais, à flora, à fauna e, principalmente, à saúde do ser humano, além de atrair insetos e roedores (BRANDÃO, 2013).

De acordo com Sirvinskas (2003), o lixão é muito usado na periferia das grandes cidades, e tem sido um dos maiores problemas enfrentados pelas Prefeituras Municipais.

Dados publicados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2006, em relação ao número de catadores no Brasil é alarmante, ou seja, visto que no ano 2000 foi constatada a existência de 23.340 catadores em lixões, sendo que aproximadamente 23% não atingiram a idade de quatorze anos. Observa-se que esses dados permitem concluir o nível de perigo alarmante em relação à disposição inadequada dos resíduos sólidos (LAMARCA; VETTORE, 2013).

Fiorillo (2006), em sua análise, traz uma abordagem interessante, quando trata o lixo como bem de consumo, já que milhares de pessoas asseguram sua subsistência a partir do lixo urbano, sendo que isso vai contra a dignidade humana.

Segundo o referido autor, a Constituição Federal (BRASIL, 2011) “[...] tutela a vida com qualidade e não o direito à sobrevivência”.

E acrescenta Fiorilio (2006, p. 184) que:

Assim, não há como admitir que se esteja exercitando um direito à vida, porque, ao se alimentar do lixão, um sem-número de doenças estaria minando aquele indivíduo. Fica visível a amplitude do conceito de meio ambiente do art. 225 da Constituição Federal de 1998, ao conceber a existência de uma vida com qualidade. Com isso, estaríamos agravando um problema social, decorrendo de uma política urbana defeituosa, que não foi capaz de efetivar a função social da cidade, conforme prescreve o art. 182 da Carta Magna.

Por essa razão, determinados estados, como, por exemplo, São Paulo, proibiram a deposição de resíduos a céu aberto, objetivando impedir a contaminação do meio ambiente e da população ribeirinha, impondo sanções administrativas e até penais aos respectivos infratores. No entanto, a ausência de fiscalização contribuiu para a formação dos lixões e os mesmos continuam existindo, atraindo diversos

transmissores e doenças, bem como, homens e mulheres que tiram dos lixões o seu sustento diário.

### **3.7 Reciclagem: Riscos e Benefícios**

Com a ocorrência do crescimento das obras civis e, portanto, com o crescimento dos resíduos gerados por esta atividade, surge a expectativa da reciclagem desses resíduos.

A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos (ÂNGULO et al., 2007).

A necessidade de se aproveitar os resíduos da construção civil, não resulta apenas da vontade de economizar, tratasse de uma atitude fundamental para a preservação do nosso meio ambiente (SINDUSCON, 2005).

O produto da reciclagem de resíduos inertes da construção civil deve ser analisado sob diversos aspectos.

Como qualquer outra atividade, a reciclagem também pode gerar resíduos, cuja quantidade e características também vão depender do tipo de método escolhido. Esses novos resíduos, nem sempre são tão ou mais simples que aqueles que foram reciclados. É possível que eles se tornem ainda mais agressivos ao homem e ao meio ambiente do que o resíduo que está sendo reciclado. Dependendo de sua periculosidade e complexidade, esses rejeitos podem causar novos problemas, como a impossibilidade de serem reciclados, a falta de tecnologia para o seu tratamento, a falta de locais para dispô-los e todo o custo que isso ocasionaria. É preciso também considerar os resíduos gerados pelos materiais reciclados no final de sua vida útil e na possibilidade de serem novamente reciclados - fechando assim o ciclo (ÂNGULO et al., 2007).

A Resolução CONAMA 307/2002 determina a criação do Programa de Gestão de Materiais, que visa agregar esforços na busca da melhor qualidade do setor da construção e o fortalecimento do Sistema Nacional de Aprendizagem da

Indústria da Construção, potencializando, portanto, a absorção ativa de tecnologia que minimize o impacto dessa indústria no meio ambiente. Foi concebido para ser desenvolvido e implantado por meio de projetos pilotos e está composto por três subprogramas: Programa de gerenciamento de resíduos sólidos da construção; Programa de redução de desperdício e Programa de análise do ciclo de vida dos produtos da construção.

O Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10.257, promulgado em 2001, portanto, anteriormente à Resolução CONAMA 307/2012, determina novas e importantes diretrizes para o desenvolvimento sustentável dos aglomerados urbanos no País. O documento prevê a necessidade de proteção e preservação do meio ambiente natural e construído, com uma justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes da urbanização, exigindo que os municípios adotem políticas setoriais articuladas e sintonizadas com o seu Plano Diretor. Uma dessas políticas setoriais, que pode ser destacada, é a que trata da gestão dos resíduos sólidos, nos quais se enquadram os resíduos de construção civil.

Da mesma forma, com a edição da Lei nº 12.305/2010, fora disciplinada em lei a chamada Política Nacional dos Resíduos Sólidos, sendo o marco regulatório em termos de resíduos sólidos.

A referida Lei se propõe a disciplinar os resíduos sólidos de uma forma ampla, abrangendo desde medidas para diminuir sua geração, até as atinentes sua gestão, incluindo a disposição final de rejeitos. Tal lei também contempla, ainda que de forma genérica, o que diz respeito aos resíduos sólidos, da construção civil.

### **3.8 Sustentabilidade**

A sustentabilidade é assunto de ordem mundial, que aborda parâmetros e metas produtivas nos diversos setores da economia, exigindo uma reestruturação global para conformidade com o atual paradigma ambiental.

A construção civil recebe a cada ano mais incentivos para acompanhar a demanda do crescimento da população.

O volume da geração dos resíduos da construção civil é alto, podendo representar mais da metade dos resíduos sólidos urbanos gerados. Os resíduos gerados pela construção civil, até há pouco tempo, não possuíam destinação específica, sendo depositados em locais clandestinos diversos e indefinidos (CUNHA JÚNIOR, 2008).

Os materiais mais comuns encontrados na geração de resíduos da construção civil são: materiais metálicos, especialmente ligas de ferro e alumínio bem como fios de cobre, polímeros como carpetes, material de cortinas, tecidos, tijolos, concreto, argamassa, acrílicos e vidros, entre outros.

O tema da sustentabilidade gerou a necessidade da adequação da destinação dos resíduos inertes da construção civil. Na atualidade, não é possível esquecer-se da reutilização ou da reciclagem. Materiais tais como plásticos, vidros, entre outros, podem ser destinados para outras empresas que estão licenciadas, para realização de tratamento de resíduos, como, por exemplo, a Serquip. Em última instância, somente quando não existir possibilidade de reciclá-los é que os resíduos devem ser incinerados (com recuperação de energia) ou aterrados. As normas para aterramento seguem uma metodologia como determinada na Lei 11.337, de 26 de Julho de 2006.

## **4 METODOLOGIA**

A pesquisa corresponde a estudos de casos de três empresas de construção civil. Neste contexto, procedeu-se às seguintes etapas: verificação sobre a cumprimento da legislação, normas técnicas e políticas, acompanhamento das obras,

### **4.1 Empresas Pesquisadas**

Foram escolhidas empresas cujas obras pudessem ser concluídas dentro do prazo de realização deste curso de mestrado. Foram escolhidas obras de pequeno porte, médio e grande porte.

Importante registrar que o porte da obra não altera a qualidade das informações coletadas, pois, de acordo com dados de Pinto (2005), o consumo de materiais pela construção civil nas cidades é pulverizado e cerca de 75% dos RCD gerados nos municípios provêm de eventos informais, caracterizados por pequenas obras de construção, reformas e demolição, geralmente realizadas pelo próprio usuário dos imóveis. Sendo assim, as três obras estudadas fazem parte do conjunto de obras que geram a maior parte dos RCD.

Segundo Pinto (1999), nas grandes cidades brasileiras, as atividades de canteiros de obra (construções novas) são responsáveis pela geração de 50% dos resíduos, enquanto que as atividades de manutenção e demolição (reformas) são responsáveis pela outra metade. Em função disso, para enriquecimento das informações coletadas, foi incluída uma obra de reforma (pequeno porte) junto as outras duas obras de novas construções (de médio e grande porte). As três obras de construção abrangem dois tipos diferentes: comercial e residencial.

Para facilitar o acompanhamento e a coleta de dados, foram escolhidas apenas obras situadas na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS.

Em relação ao estudo de caso, o mesmo se refere a uma metodologia de investigação científica de caráter qualitativo. Sendo que a crescente importância das metodologias qualitativas na investigação científica, deve-se, por um lado, a certa

desvalorização da investigação desenvolvida à luz do paradigma positivista, e, por outro, à necessidade de desenvolver novas abordagens metodológicas que possibilitam obter as resposta a problemáticas emergentes (MARTINS, 2008).

Assim, devem-se abordar determinadas concepções teóricas sobre os estudos de casos, especialmente em suas diferentes perspectivas, ou seja, nas situações em que se aplicam os objetivos a que se propõem, tipos de estudos, metodologia de trabalho e problemas relacionados com a validade das suas conclusões.

Embora estudos de casos sejam aplicados, de forma geral, em pesquisas exploratórias e explicativas, também podem ser utilizados em pesquisas descritivas.

Ellram (1996) acrescenta, ainda, a possibilidade de empregar estudos de casos para, analisando ocorrências passadas em casos similares, realizar previsões.

Em relação aos resultados, ressalta-se que a abordagem dos resultados será básica à medida que o mesmo terá como único fim a ampliação dos conhecimentos. Qualitativa, buscando apreciar a realidade do tema em análise.

Com a autorização das três empresas, o próximo passo foi levar ao conhecimento dos construtores os objetivos desta pesquisa. Foram feitas reuniões também com os mestres de obras, em que foram repassados os pontos mais importantes da Resolução CONAMA nº 307/2002 e das vantagens deste gerenciamento para o meio ambiente.

Todos os envolvidos, demonstraram interesse em colaborar com a pesquisa, desde que não fossem identificados.

Com base no artigo 4º da Resolução CONAMA nº 307/2002, foi ressaltado o objetivo principal da não geração de resíduos. Para isso, foram tomadas algumas providências no sentido de se identificar:

- a) estudo completo de todos os projetos para encontrar possíveis dúvidas, interferências ou erros que pudessem gerar re-trabalhos com demolição;
- b) determinação de locais adequados para o armazenamento correto dos materiais comprados até a sua utilização;

- c) transporte de materiais dentro da obra com máximo de cuidado para evitar quebras ou danos;
- d) conferência da locação para evitar que alvenarias ficassem fora de esquadro ou de prumo, o que poderia levar a um aumento na espessura de argamassa na fase de acabamento;
- e) definição com os mestres de obras de todos os traços para os vários tipos de argamassa e concreto, evitando o uso desnecessário de cimento, areia, brita ou cal em cada situação;
- f) manutenção de locais apropriados para armazenamento, pelo maior tempo possível, dos resíduos gerados com o objetivo de reutilizá-los na própria obra.

Com o objetivo de manter o anonimato das empresas pesquisadas, as mesmas serão denominadas Construtora A, Construtora B e Construtora C.

Segundo dados obtidos junto ao SEBRAE (2017) empresas e prestadoras de serviços com mais de 100 funcionários são classificadas como de grande porte.

A Construtora A, de grande porte, emprega, atualmente, 127 funcionários, situa-se em Porto Alegre-RS e atua principalmente em construções prediais há mais de 40 anos. Seu foco é a construção de condomínios comerciais, residenciais e empresariais de alto nível, além de desenvolver atividades nos segmentos de loteamentos nas grandes cidades, com a comercialização de, aproximadamente, 37.000 terrenos, construção de mais de 2.000 unidades residenciais e atuação em todo o território nacional. O contato com a Construtora A foi estabelecido por intermédio do mestre de obras, o qual apresentou o canteiro de obras e relatou acerca dos processos e da geração dos resíduos, nas três oportunidades em que visitada.

A Construtora B, de médio porte, localiza-se na Região Metropolitana de Porto Alegre e atua em todo o Estado do Rio Grande do Sul. Seu foco é a construção de imóveis residenciais e comerciais, com atuação há cerca de 63 anos no mercado e conta com 53 funcionários, além dos terceirizados. Possui atuação em mais de 250 obras. O contato com a Construtora B foi estabelecido por

intermédio de um engenheiro civil responsável pela obra visitada, o qual apresentou o canteiro de obras e relatou acerca dos processos e da geração dos resíduos.

A Construtora C, de pequeno porte, localiza-se na grande Região Metropolitana de Porto Alegre, com atuação na capital e na região metropolitana. Seu foco de atuação é no setor de reformas prediais. Atua no mercado há mais de 10 anos e conta com 15 funcionários. Já realizou mais de 30 obras durante o tempo em que opera no mercado. O contato com a Construtora C foi estabelecido por intermédio de uma arquiteta que realizou o acompanhamento na obra visitada, a qual apresentou o canteiro de obras e relatou acerca dos processos e da geração dos resíduos.

#### **4.2 Verificação Sobre o Cumprimento da Legislação, Normas Técnicas e Políticas**

Nesta etapa buscou-se verificar se as empresas estão cumprindo a legislação afeta ao tema acerca das responsabilidades dos agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional dos resíduos da construção cível, bem como da possibilidade de triagem, destinação e valorização dos resíduos pela atividade da construção civil.

Para viabilizar o manejo correto dos resíduos em áreas específicas foram elaboradas as seguintes normas técnicas pela ABNT, integradas às políticas públicas, as quais foram verificadas neste estudo:

- a) ABNT NBR 10004/04: Resíduos Sólidos –classificação;
- b) ABNT NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- c) ABNT NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;

- d) ABNT NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Área de reciclagem– Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- e) ABNT NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- f) ABNT NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

Todos têm responsabilidades pela geração e manejo dos resíduos, segundo a PNRS. Às empresas compete o recolhimento dos produtos após o uso. Foi verificado se as empresas estão cumprindo com estas responsabilidades.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para serem implantados durante a execução das obras, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais provocados pelos resíduos da construção civil. Essas ações podem e devem ser empregadas em todo e qualquer tipo de construção que provoque a geração de resíduos. Neste estudo, foi verificado se tais ações estão sendo praticadas.

### **4.3 Acompanhamento das Obras**

Considerando que foram estudadas três empresas com realidades bem distintas, umas das outras, as informações a seguir registradas não necessariamente foram observadas nas três.

Todas as obras foram acompanhadas, mediante a realização de três visitas, em oportunidades diferentes, com o objetivo de serem coletados dados em momentos e etapas distintas da execução.

Nas nove visitas realizadas sempre fora constatada a necessidade de descarte de resíduos, ainda que aqueles gerados tenham sido quantificados. Os

mestres de obra referiram que alertavam os operários para que as anotações fossem completas.

#### *4.3.1 Quantificação dos insumos*

Na última visita a cada uma das obras foi informado que fora executado um controle de peso de todos os materiais que entravam no canteiro de obra. Isso foi importante para obtenção de um índice referente ao peso do entulho gerado em relação ao peso total da obra.

Importante mencionar que muitos materiais já possuem o peso registrado em suas embalagens o que facilita o cálculo final. Como exemplo, pode-se citar o cimento, cal, argamassa, tintas e revestimentos cerâmicos.

Contudo, para outros materiais não há peso especificado. Nestes casos, o cálculo foi obtido a partir de amostragens, como no caso dos tijolos, blocos, metais, louças, esquadrias (metálicas e madeira), portões e telhas, em que o peso médio foi calculado a partir da pesagem de unidades e sua multiplicação pelo número total utilizado.

No caso dos materiais mais pesados, como brita, areia e pedra, foi utilizado o peso destacado, considerando as notas fiscais emitidas pela empresa fornecedora. O mesmo foi feito no caso das ferragens (aço).

Já, para o cálculo dos materiais que possuem tamanhos diferentes, tais como vidro, granito, peças de madeira para telhado, etc., foram utilizados pedaços menores que foram pesados e, posteriormente, calculado o total comprado.

Em todas as obras foram considerados os materiais que ficaram incorporados nelas. Desta forma, a madeira utilizada para reformas e que pode ser reaproveitada para outras obras, não foi lançada no peso total da obra. Já as suas sobras, caracterizadas por pequenos pedaços de tábuas, sarrafos, pontaletes ou madeirites, foi quantificada e anotada como resíduos de cada obra.

#### *4.3.2 Quantificação dos resíduos gerados*

Os materiais mais pesados, como os resíduos classe A, em regra, foram colocados em caçambas ou retirados por caminhões e pesados. Os materiais mais leves, em regra, foram levados com caminhonete para outro local de pesagem.

Com este estudo pretendeu-se analisar os conceitos, parâmetros e planos estabelecidos na Resolução CONAMA 307/2002, bem como sugerir uma metodologia a ser implantada nas construções civis, objetivando a boa gestão dos resíduos sólidos dela decorrentes.

Espera-se com essa pesquisa apontar as práticas comportamentais do segmento de construção civil, no que tange a implantação da gestão de resíduos sólidos, sem que haja interferência na rotina de trabalho dos colaboradores e nos processos do segmento.

Ainda, demonstrar ao empresário, da construção civil, os retornos que sua empresa pode obter com as ações voltadas para a reciclagem de materiais, com os custos e o comportamento organizacional.

Da mesma forma, incentivar que o segmento de construção civil necessita investir cada vez mais na gestão de resíduos sólidos, para não apenas conquistar uma certificação ambiental, mas, com a mesma importância, tratar do controle que os impactos, de sua atividade, podem causar no meio ambiente.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 Construtora A**

#### *5.1.1 Aspectos da legislação e normatização técnica*

Como trata-se de obra de grande porte foram observados que todas as etapas e requisitos estabelecido pela legislação são criteriosamente obedecidos.

Quando questionado sobre a observância à Resolução CONAMA nº 307/2002, o mestre de obras respondeu que a empresa oferece aos funcionários cursos de aperfeiçoamento, inclusive com abordagem aos aspectos legais e treinamentos. O referido mestre de obra tem todos os esclarecimentos referentes aos termos abordados pela citada Resolução, no que diz respeito à reciclagem e aos impactos ao meio ambiente.

Nesse sentido, a construtora A observa a legislação em todos os sentidos uma vez que atende todos os requisitos normativos, assim como atende à Resolução do CONAMA nº 307/2002, em atenção à PNRS. Sendo que a construtora dispõe de funcionário especializado e habilitado exclusivamente para fiscalizar a adequação legal dos procedimentos referentes à gestão dos resíduos.

#### *5.1.2 Procedimentos de gestão dos RCD*

Na obra visitada, em fase intermediária de execução, localizada em Porto Alegre, foi constatado que o acúmulo de RCD gira em torno de 4,5 t/dia. Durante a visita constatou-se que os resíduos já estavam acumulados em caçambas separadas por tipos.

Nas três visitas realizadas, o aporte de resíduos era sempre mínimo e devidamente selecionado nas caçambas respectivas.

Em cada visita foi observado um tipo e quantidade de material conforme o estágio da obra.

Na primeira visita verificou-se uma maior concentração de diversos tipos de materiais, até mesmo pelo porte da obra, sendo que os tipos observados foram: brita, areia, pedra, tijolos, blocos de concreto e metais, estando os mesmos depositados nos locais destinados para tal fim.

Na segunda visita verificou-se outros tipos de resíduos, tais como louças, esquadrias (metálicas e madeira) e pedras.

Na visita final foram observados demais produtos, como madeiras, portões e telhas.

A Construtora A relatou que com a aplicação dos procedimentos corretos, em relação ao meio ambiente, como reciclar e reutilizar os resíduos, obtém um ganho de 28% em relação à compra de materiais para utilização na obra. No ano de 2017, este percentual representou uma economia de, aproximadamente, R\$ 1,8 milhões.

### *5.1.3 Reciclagem*

O processo de reciclagem inicia na própria obra, com os resíduos separados de acordo com seu material (tipo), em caçambas com capacidade para 10 t. Após essa etapa inicial, um técnico em meio ambiente realiza a verificação das caçambas para se certificar que os resíduos estão separados corretamente.

Em ato contínuo, o processo é dividido em duas etapas: reciclagem na obra e reciclagem em usina.

A reciclagem na obra é realizada através de um triturador de concreto que o transforma em brita.

Os demais resíduos são enviados a uma usina de reciclagem onde são tratados e transformados. Após a transformação retornam para a construtora a qual pode utilizar os novos produtos/materiais na própria obra ou em outros empreendimentos.

### *5.1.4 Reutilização*

A reutilização de materiais é um procedimento presente na Construtora A, pois reconhecem que é uma prática positiva ao meio ambiente, traz retorno financeiro e ao cumprimento das questões legais.

As sobras de materiais intactos, aqueles que não sofreram danos, podem ser utilizados em outros empreendimentos da construtora. Os resíduos gerados são tratados, transformados e reutilizados.

#### *5.1.5 Impactos ambientais*

A Construtora A evita que 4,5 t/dia de resíduos sejam depositados no meio ambiente, realizando a reciclagem ou reutilização dos mesmos. Entretanto, outras 1,3 t/dia de materiais não reciclados e/ou reutilizados são enviados via transportadora terceirizada para um aterro sanitário. A transportadora realiza a coleta três vezes por semana, levando aproximadamente 3,9 t de RCD para um aterro sanitário.

## **5.2 Construtora B**

### *5.2.1 Aspectos da Legislação e Normatização Técnica*

A Construtora B é uma empresa que constrói obras de médio porte. Nesta, observou-se que todas as etapas e requisitos estabelecidos pela legislação são criteriosamente obedecidos.

Quando questionado sobre a observância à Resolução CONAMA nº 307/2002, o engenheiro responsável respondeu que a empresa não dispõe de pessoal habilitado especificamente para a fiscalização da gestão dos resíduos, ficando tudo a cargo dele. A empresa não investe em cursos de formação na área ambiental, pois a responsabilidade é do profissional responsável técnico pela obra.

### *5.2.2 Procedimentos de Gestão dos RCD*

Nessa obra, em fase intermediária de execução, localizada em Porto Alegre, foi constatado que o acúmulo de RCD gira em torno de 7,8 t/dia, separado por tipo de resíduo em local destinado para esse fim, no próprio canteiro de obras. Após os resíduos serem dispostos sobre o solo, ao final de cada semana os funcionários da obra os colocam na caçamba de um caminhão com destino a um aterro.

O engenheiro observou que a reutilização de materiais gera uma economia de até 8% para a empresa.

A primeira visita constatou-se uma similar concentração de tipos de materiais, da Construtora A, apenas em quantidades menores, até mesmo pelo porte da obra, sendo que os tipos observados foram: brita, areia, pedra, tijolos, blocos de concreto e metais, estando os mesmos depositados nos locais destinados para tal fim.

Na segunda visita, da mesma forma, verificou-se outros tipos de resíduos, tais como louças, esquadrias (metálicas e madeira), vidro e rochas.

Na última visita os demais produtos foram observados, como madeiras, portões e telhas.

Observou-se nesses itens semelhanças de procedimentos de gestão entre as Construtoras A e B em relação aos tipos de materiais e à observância à legislação.

### *5.2.3 Reciclagem*

O processo de reciclagem na Construtora B se dá através de usina de reciclagem, não sendo realizado nenhum processo na própria obra, exceto a reutilização de materiais inteiros quando possível.

Os materiais permanecem durante uma semana no pátio, em local destinado para esse fim e separados por tipos de resíduos. Todos os sábados, pela manhã, um caminhão chega ao canteiro para recolher os resíduos. Em regra, um único veículo transporta os resíduos, sem a devida separação. O engenheiro afirmou que os resíduos são dispostos no caminhão seguindo uma ordem, de forma que é possível identificar o local em que deposita cada tipo de resíduo.

Os resíduos são tratados em usina e retornam para a construtora podendo ser reutilizados em qualquer empreendimento.

#### *5.2.4 Reutilização*

A Construtora B também reutiliza alguns resíduos que estejam intactos. Entretanto, o engenheiro responsável informou que é necessário orientar os funcionários quanto à reutilização dos materiais, pois já foram constatados casos em que as sobras eram levadas pelos trabalhadores da obra para uso pessoal.

#### *5.2.5 Impactos ambientais*

A Construtora B gera em torno de 7,8 t/dia de resíduos, os quais ficam dispostos no solo podendo acumular água e servir de abrigo para algum tipo de inseto. Os resíduos permanecem nesse local durante uma semana até serem recolhidos por um caminhão. Aqueles resíduos que podem ser reciclados têm destino à usina e os que devem ser descartados são transportados para um aterro.

Em média, 1/3 dos resíduos gerados tem como destino o aterro sanitário. O engenheiro informou que durante o transporte para o aterro os resíduos acabam se misturando, inclusive com resíduos de outras empresas, pois o mesmo caminhão coleta outros materiais de empresas diversas.

### **5.3 Construtora C**

#### *5.3.1 Aspectos da legislação e normatização técnica*

Quanto à legislação que deve ser observada pelas construtoras constatou-se que a mesma não aplica, na íntegra, todas as normas ABNT NBR até porque quem é responsável é uma arquiteta que não possui plenos conhecimentos acerca da normatização.

Quando questionada sobre a observância à Resolução CONAMA nº 307/2002, a arquiteta respondeu que não conhecia bem o conteúdo da referida

Resolução, mas que tem conhecimento que no aterro onde os resíduos são descartados é realizado um trabalho de separação.

### *5.3.2 Procedimentos de gestão dos RCD*

Nessa obra, em fase intermediária de execução, localizada em Porto Alegre, constatou-se que o acúmulo de RCD gira em torno de 3,5 t/dia, depositado em uma caçamba, sem a devida separação por tipos de resíduos.

Constatou-se que a profissional da construtora não tem odomínio sobre o manejo e separação de resíduos.

Nas três visitas foram constatadas grande quantidade de materiais com disposição irregular, tais como: cimento, areia, pedra, metais, vidro, granito, madeiras e telhas.

### *5.3.3 Reciclagem e reutilização*

A Construtora C não utiliza qualquer processo de reciclagem por acreditar que não vale a pena os custos de envio dos resíduos a uma indústria de reciclagem, visando posterior reutilização do material. A arquiteta afirmou que apenas reutilizam sobras de materiais que estejam em condições na mesma obra ou em outras reformas executadas pela própria construtora.

### *5.3.4 Impactos ambientais*

A Construtora C desconhece as questões referentes ao manejo, separação, reciclagem e reutilização de resíduos. Dessa forma, acumula cerca de 3,5 t/dia de resíduos que são destinados a aterro sanitário sem a devida separação, pois acredita que a responsabilidade pelo resíduo é do local que os recebe, no caso, o aterro.

#### 5.4 Sugestões para Planos de Gestão de RCD nas Empresas

Todas as construtoras deveriam observar à legislação de forma plena, desde a elaboração de um plano de gestão específico para cada obra, bem como a qualificação de profissional responsável pelo gerenciamento até o manejo adequado dos resíduos.

Para iniciar a gestão de RCD é necessário, inicialmente, verificar o volume gerado de resíduo e/ou entulho e fazer uma análise desse material, conhecendo suas características principais, a composição dos materiais e ter um número proporcional da quantidade gerada desse material; quais são as áreas disponíveis para triagem e armazenamento; quais são as possibilidades de industrialização dos materiais e agregados; e qual é a possibilidade de comercialização dos resíduos recicláveis.

Considerando que as Construtoras A e B estão plenamente adequadas quanto à observância à legislação cabe tão somente a sugestão de elaboração de um plano de gestão dos resíduos, para a Construtora C.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construtora C deveria contemplar as seguintes etapas, de acordo com o art. 9º da Resolução CONAMA nº 307/2002:

- a) Inicialmente, realizar a caracterização de forma que nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos. Seguir com a triagem a qual deverá ser realizada, preferencialmente, na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos;
- b) Posteriormente, deverá realizar o acondicionamento para 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;

- c) O transporte dos materiais deveria ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas ABNT NBR vigentes para o transporte de resíduos;
- d) Já, a destinação dos materiais após triagem deveria ser mediante a reutilização ou reciclagem ou, ainda, encaminhados a áreas de aterro de resíduos específicos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

## 6 CONCLUSÕES

Como apontado ao longo do trabalho, o setor da construção civil é também grande responsável pela geração de resíduos e conseqüentemente pela degradação do meio ambiente, principalmente devido a uma efetiva falta de uma cultura bem consolidada do gerenciamento de RCD, em boa parte de empresas que operam no seguimento.

Os estudos de casos mostraram que a utilização dos resíduos de obra como materiais de construção, mesmo que em menor escala, é uma prática que só traz benefícios, sejam eles ambientais, econômicos ou sociais. Mostrou também a importância de se realizar um Plano de Gerenciamento de Resíduos prévio para que estes, mesmo que não sejam destinados a reciclagem, possam ter uma disposição final adequada, garantindo a minimização dos impactos ambientais causados pela construção.

Assim, as principais conclusões que o estudo permitiu foram:

- a) em relação a empresa de grande porte, Construtora A, concluiu-se que há integral observância à legislação pertinente e como consequência ao gerenciamento adequado dos resíduos produzidos, assim como uma grande preocupação com sua redução, reutilização e reciclagem, tornando o processo construtivo mais rentável e competitivo, além de mais saudável;
- b) concluiu-se que a Construtora B possui um adequado gerenciamento de resíduos sólidos, pois se preocupa com a questão socioambiental, porém, esta empresa pode optar pela melhoria contínua buscando reduzir os resíduos gerados, através de adaptações no processo, assim como deve procurar outras formas de destinação aos resíduos investindo em práticas tecnológicas que promovam a minimização destes resíduos e dos impactos ambientais;
- c) no que diz respeito à Construtora C, concluiu-se que principalmente em relação aos resíduos inertes, observou-se que os mesmos não atendem

às normas que tratam da solução adequada para disposição dos resíduos classe A. A disposição destes materiais (entulhos de construção) é realizada em local improvisado e nem todos os resíduos são reaproveitados.

A partir dos resultados alcançados com esta pesquisa, constatou-se que é possível implementar e gerenciar resíduos sólidos de construção civil de grande porte, mesmo que a cidade em que está localizada não disponha de estrutura para ampará-lo.

Além da gestão de resíduos propriamente dita, deve-se buscar o uso racional de água, de energia, de recursos naturais e promover a educação ambiental. Também é necessário que ocorra regulamentação e fiscalização eficientes, e principalmente uma mudança cultural para o setor da construção civil.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, C.E.T. **A ecoeficiência e o ecodesign na indústria da construção civil: uma abordagem à prática do desenvolvimento sustentável na gestão de resíduos com uma visão de negócios.** Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, 2007.
- ÂNGULO, S. C. et al. **Gestão e Tecnologia da Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.** Recife: UFPE, 2007.
- ARAGÃO, M. A. S. Direito administrativo dos resíduos. In: Otero, P.; Gonçalves, P. (Org.). **Tratado de direito administrativo especial.** Coimbra: Almedina, 2013. v. 1.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: resíduos sólidos – classificação.** Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2011.** São Paulo, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010.** São Paulo, 2011.
- BERTOLDO, V. A. **Estudo e gerenciamento de resíduos de construção e demolição (RCD's) em uma unidade coletora na cidade de Campo Mourão – PR.** 2012. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.
- BLUMENSCHNEIN, R. N. **Manual técnico: Gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras.** Brasília, DF: SEBRAE/DF, 2004.
- BRANDÃO, M. F. **Análise e avaliação da gestão de resíduos da construção civil em Belo Horizonte.** 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- BRASIL. CONSTITUIÇÃO FEDERAL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 15 set. 2018.
- BRASIL. CONSTITUIÇÃO FEDERAL. Lei nº 9.605, de 13 fevereiro de 1998. A recente lei federal de crimes ambientais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm)>. Acesso em: 15 set. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 set. 2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 01 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 431, de 24 de maio de 2011. Estabelece nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 maio 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>. Acesso em: 24 jun. 2018.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307**, de 05 de julho de 2002. Diretrizes e procedimentos para gestão dos resíduos da construção. Brasília, DF: CONAMA. 2002.

CARDOSO, F. F.; BARROS, M. M. S. B. Impactos ambientais dos canteiros de obra: uma preocupação que vai além dos resíduos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2010, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2010. p. 3550- 3559.

CARNEIRO, A. P; CASSA, J. C.; BRUM, I. A. S. Caracterização do entulho de Salvador visando a produção de agregado reciclado. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: ENTAC, 2000. v. 2, p. 932.

CASTILHOS JR, A.B. et al. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

CASTRO, C.X. **Gestão de Resíduos na Construção Civil**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CORRÊA, R. L. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. 70. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em:

<<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/SustentabilidadeConstrucaoCivilL.pdf>  
>. Acesso em 01 dez. 2017.

COSTA, E. C. S.; CAVALCANTE, M. S. **Gerenciamento de resíduos sólidos: estudo de caso de uma construtora de grande porte**. Projeto de Graduação. Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Unidade de Ensino Superior do Suldo Maranhão.

CUNHA JÚNIOR, N. B. **Alternativas para destinação de resíduos da construção civil**. 2. ed. Belo Horizonte: SINDUSCON, 2008. Publicação elaborada pela Comissão de Meio Ambiente do Sinduscon-MG e Parceiros.

DUARTE, P.; LIMA, V. L. Beneficiamento do resíduo de construção. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 1., 2007, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007.

ELLRAM, L. The use of the case study method in logistics research. **Journal of Business Logistics**, Oakbrook, v. 17, n. 2, p. 93-138, 1996.

EVANGELISTA, P.P.A.; COSTA, B.D.; ZANTA, M.V. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos Classe A: diretrizes para reciclagem em canteiros de obras**. 2010. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

FERNANDES, T. L. **Diagnóstico das dificuldades encontradas no âmbito da gestão da produtividade em obras de construção civil**. Rio de Janeiro, 2014. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessária à obtenção do título de Engenheiro.

FERREIRA, A. R. L.; MOREIRA, H. C. **Análise crítica da gestão de resíduos de construção civil: estudo de caso do município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. 2013. Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FIORENTIN, R. **Análise da viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação**. 2002. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FRANCO, A. **Porque precisamos desenvolvimento local integrado**. Campinas: Millenium, 2000.

FREITA, C. L. V. et al. Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD): um estudo de caso na Usina de Beneficiamento de Resíduos de Petrolina-PE. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 93-109, 2016.

HAHN, N. J.; LAURIDSEN, P. S. Sustainability in solid waste management. In: INTERNATIONAL DIRECTORY OF SOLID WASTE MANAGEMENT. **1994/5 The ISWA Yearbook**. Londres: James & James, 1994.

IMBELLONI, R. **Diagnósticos resíduos de construção civil, Brasil, 2009**. Rio de Janeiro, 2009. Programa de Gestão de Obras da Central Geradora Eólica de Gargaú São Francisco de Itabapoana.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 102 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JURAS, I.; MARTINS, A. G. **Consultora Legislativa da Área XI - Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional**, Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, Brasília, DF, 2002.

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009.

KNOCHENMUS, G.; WOJNAROWICZ, M.; IMPE, V. Stability of municipal solid waste. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ENVIRONMENTAL GEOTECHNICS, 3., 1998, Lisboa, Portugal. **Proceedings...** Lisboa: ICEG, 1998.

LAMARCA, G.; VETTORE, M. Health literacy: quando as iniquidades de informação reforçam as iniquidades em saúde. **Determinantes Sociais da Saúde**, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://dssbr.org/site/2013/11/health-literacy-quando-as-iniquidades-de-informacao-reforcamas-iniquidades-em-saude/>>. Acesso em: 20 out. 2017.

LEITE, L. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil**. 3. ed. Belo Horizonte: Nova Terra, 2014.

LIMA, F. S. N. S. **Aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de argamassas**. 2005. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Curitiba: CREA-PR, 2009. Série de publicações temáticas do CREA-PR.

LOPES, A. F.; CASAGRANDE JUNIOR, E. F. A importância do Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC) para a proteção

ambiental e segurança do trabalhador em obras: estudo de caso da cidade de Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO- AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 5., 2008, Recife, PE. **Anais...** Recife: 2008. p.1-8.

MACHADO, P. A. L. Princípios da política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região**, Brasília, DF, v. 24, n. 7, p. 25-33, 2012.

MACHADO, R.L. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas de construção civil**. 2007. 202 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

MARCHI, C. M. D. F. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamentocorporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 118-135, 2011.

MARTINS, G.A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MONTAGNA, A. et al. **Curso de capacitação/plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: planejamento e gestão**. Florianópolis: AEQUO, 2012.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 351p.

NASCIMENTO, A. M. **Reciclagem e Reutilização dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2007. Disponível em: <<http://www.fea.fumec.br/biblioteca/artigos/producao/reciclagem.pdf> >. Acesso em: 2 abr. 2018.

NUNES, L. A. et al. O Cenário de Coleta de Materiais Recicláveis no Brasil: Análise e Oportunidades. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE RESIDUOS SOLIDOS, DIRSA, AIDIS, 4., 2011, Quito, Ecuador. **Anais...** Quito: Editora AIDIS, 2010. v. 01. p.01 – 08.

OLIVEIRA, T. F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil: exigências para construção de obras públicas no Estado do Paraná**. 2010. 45 f. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal doParaná, Ponta Grossa, 2010.

PAIVA, P. A.; RIBEIRO, M. S. A reciclagem na construção civil: como economia de custos. **REA – Revista Eletrônica de Administração**, São Paulo, v. 4, n 1, p. 1-15, 2005. Disponível em:<<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/rea/article/viewFile/185/37>>. Acesso em: 01 jun 2016.

PENG, C.; SCORPIO, D. E.; KIBERT, C. J. Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations. **Construction Management and Economics**, Leicestershire, v. 15, n. 1, p. 49-58, 1997.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 2003. 218 f.. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. Disponível em: <[www.reciclagem.pcc.usp.br](http://www.reciclagem.pcc.usp.br)>. Acesso em: 12 ago. 2003.

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

PUCCI, R. B. **Logística de resíduos da construção civil atendendo à resolução CONAMA 307**. 2006. 154 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RODRIGUES, P. C.; CHRISTMANN, S. S. Gestão ambiental de resíduos na construção civil: estudo no município de Panambi/RS. In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 20., 2005, Cruz Alta, RS. **Anais...** Cruz Alta: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2015.

SCALONE, P. A. **Gerenciamento de resíduos de construção civil: estudo de caso em empreendimentos comercial e residencial em Londrina/PR**. 2013. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação ou Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2387>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

SCHALCH, V. et al. **Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, 1995.

SEGATO, I. G.; NETO, J. L. S. **Caracterização da geração, destinação final e do gerenciamento dos resíduos da construção civil no município de Palmas – TO**. [2012]. Disponível em: <<http://www.cenedcursos.com.br/upload/gerenciamento-residuos-construcao-civil.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Construção sustentável: da teoria à prática**. Brasília, DF: Sebrae Nacional, 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/df/bis/caminhos-para-varejo-de-material-de-construcaosustentavel.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

SIMIÃO, J. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa**. 2011. 169 f.. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Grupo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil. **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. Belo Horizonte: SINDUSCON, 2005.

SIRVINSKAS, L.P. **Manual de direito ambiental**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

SISTEMA FIRJAN. **Manual de gerenciamento de resíduos**: guia de procedimento passo a passo. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

VENTURINI, J. Planejamento: **Classificação de resíduos**. PINI. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcaoereforma/37/artigo220705-1.aspx>>. Acesso em: 25 maio 2015.