

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**DOUGLAS DA SILVA FERRARI**

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E  
DEMOLIÇÃO**

**Estudos de casos múltiplos: Empresas construtoras em Capão da Canoa-RS**

**São Leopoldo**  
**2019**

DOUGLAS DA SILVA FERRARI

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E  
DEMOLIÇÃO**

**Estudos de casos múltiplos: Empresas construtoras em Capão da Canoa-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Graduado em  
Engenharia Civil, pelo Curso de  
Engenharia civil da Universidade do Vale  
do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Paulo Gomes

São Leopoldo

2019

Dedico este trabalho a meus pais Rogério Luis Ferrari e Marsolete Fernandes da Silva e a minha esposa Maria Helena Conde Aguiar. Vocês foram elementos fundamentais para que este sonho se realizasse.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me dar saúde e coragem, permitindo que este sonho se torne realidade.

Aos meus pais Rogério Luís Ferrari e Marsolete Fernandes da Silva por todo apoio financeiro e emocional dado ao longo desta trajetória.

A minha Namorada Maria Helena Conde Aguiar por todo o companheirismo e paciência, essenciais para a realização deste trabalho.

Agradeço a minha Orientadora Profa. Luciana Paulo Gomes, por toda dedicação, atenção e compromisso para com este trabalho.

Agradeço a todos que de alguma forma se disponibilizaram a ajudar na elaboração deste trabalho.



## RESUMO

A construção civil por muito tempo tem desempenhando um papel importante dentro da economia brasileira, porém, a cada dia que passa, aumenta a preocupação com os impactos ambientais causados pela intensa geração de resíduos nos canteiros de obras. A geração de resíduos no setor da construção civil acontece em diversos processos, desde a extração da matéria prima, até o acabamento. A necessidade de este setor estabelecer um equilíbrio com a natureza é o grande desafio para o atendimento dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Diante deste problema, o CONAMA através da Resolução nº 307 de julho de 2002 e suas modificações, estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos visando a redução dos impactos ambientais oriundos da construção civil. Voltado para o desenvolvimento sustentável, este trabalho tem o objetivo de avaliar, com base na legislação, o gerenciamento dos resíduos sólidos das empresas construtoras do Município de Capão da Canoa - RS. Foram seis empresas que atuam no município que foram estudadas neste trabalho. A partir de entrevistas e vistorias in loco, apoiadas por questionário estruturado os sistemas de gerenciamento de RCD e as conformidades perante a legislação vigente foram levantadas. Observou-se que, de maneira geral, as empresas pesquisadas necessitam de melhorias na gestão dos resíduos. Ponto como segregação obteve baixo índice de conformidade devido a ausência de dispositivos de acondicionamento. Segundo a pesquisa, 100% das empresas pesquisadas não possuem dispositivos de acondicionamento inicial. É necessário que as empresas invistam em treinamentos visando a redução na geração de resíduos e conscientização dos funcionários perante os problemas ambientais. Considera-se que a inserção de dispositivos de acondicionamento adequados para cada tipo de resíduos auxiliará em todos os aspectos do processo de gerenciamento de RCD e garantirá que os resíduos se mantenham em condições de reciclagem ou aproveitamento.

**Palavras chave:** resíduos sólidos, gerenciamento de RCD, desenvolvimento sustentável, impactos ambientais.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Obra da empresa A .....                             | 52 |
| Figura 2 – Estocagem dos materiais .....                       | 53 |
| Figura 3 – Transporte interno de materiais .....               | 53 |
| Figura 4 – Acondicionamento inicial.....                       | 54 |
| Figura 5 – Acondicionamento final .....                        | 54 |
| Figura 6 – Obra da empresa B .....                             | 56 |
| Figura 7 – Estocagem dos materiais .....                       | 58 |
| Figura 8 – Estocagem dos materiais .....                       | 58 |
| Figura 9 – Mistura de diferentes tipos de resíduos.....        | 58 |
| Figura 10 – Acondicionamento final para resíduos tipo A .....  | 59 |
| Figura 11 – Acondicionamento final para resíduos tipo B .....  | 59 |
| Figura 12 – Obra da Empresa C .....                            | 61 |
| Figura 13 – Acondicionamento final inadequado.....             | 62 |
| Figura 14 – Estocagem inadequada de materiais .....            | 63 |
| Figura 15 – Ausência de triagem dos resíduos .....             | 64 |
| Figura 16 – Acondicionamento inicial inadequado .....          | 64 |
| Figura 17 – Aproveitamento dos RCD como aterro.....            | 64 |
| Figura 18 – Acondicionamento inadequado .....                  | 64 |
| Figura 19 – Triagem inadequada .....                           | 65 |
| Figura 20 – Acondicionamento final inadequado.....             | 65 |
| Figura 21 – Obra da Empresa D .....                            | 66 |
| Figura 22 – Estocagem dos materiais .....                      | 68 |
| Figura 23 – Aproveitamento de resíduos .....                   | 68 |
| Figura 24 – Acondicionamento inicial para resíduos tipo A..... | 69 |
| Figura 25 – Acondicionamento final para resíduos tipo A .....  | 69 |
| Figura 26 – Acondicionamento inicial para resíduos tipo B..... | 69 |
| Figura 27 – Acondicionamento final para resíduos tipo B .....  | 69 |
| Figura 28 – Acondicionamento de latas de tinta.....            | 70 |
| Figura 29 – Obra da empresa E .....                            | 71 |
| Figura 30 – Aproveitamento de resíduos .....                   | 73 |
| Figura 31 – Estocagem inadequada.....                          | 73 |
| Figura 32 – Ausência de triagem dos resíduos .....             | 73 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 33 – Ac. final para resíduos tipo A .....                               | 74 |
| Figura 34 – Ac. final para resíduos tipo B .....                               | 74 |
| Figura 35 – Acondicionamento final inadequado para resíduos de gesso e madeira | 74 |
| Figura 36 – Obra da empresa F .....  | 76 |
| Figura 37 – Dispositivo de transporte .....                                    | 77 |
| Figura 38 – Estocagem dos materiais .....                                      | 77 |
| Figura 39 – Acondicionamento final para resíduos tipo A .....                  | 78 |
| Figura 40 – Acondicionamento final para resíduos tipo B .....                  | 78 |
| Figura 41 – Acondicionamento final para resíduos tipo B (Gesso).....           | 79 |
| Figura 42 – Responsáveis pelo gerenciamento de RCD.....                        | 83 |
| Figura 43 – Realização de treinamentos .....                                   | 84 |
| Figura 44 – Dificuldades encontradas para gerenciar os resíduos.....           | 85 |
| Figura 45 – Políticas de não geração de resíduos .....                         | 89 |
| Figura 46 – Realização da triagem dos resíduos .....                           | 91 |



**LISTA DE QUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 – Relação de vetores com as doenças.....                  | 25 |
| Quadro 2 – Geração de resíduos por fase da obra .....              | 34 |
| Quadro 3 – Dispositivos de acondicionamento de resíduos.....       | 35 |
| Quadro 4 – Acondicionamento inicial por tipo de resíduos .....     | 37 |
| Quadro 5 – Acondicionamento final por tipo de resíduo.....         | 38 |
| Quadro 6 – Dados gerais das Empresas e obras pesquisadas.....      | 43 |
| Quadro 7 – Questionário 1 .....                                    | 45 |
| Quadro 8 – Questionário 2 .....                                    | 46 |
| Quadro 9 – Questionário 3 .....                                    | 48 |
| Quadro 10 – Materiais utilizados por fase da obra .....            | 81 |
| Quadro 11 – Pontuação das empresas.....                            | 87 |
| Quadro 12 – Somatório das pontuações o índice de conformidade..... | 88 |

## LISTA DE SIGLAS

|         |   |
|---------|---|
| ABNT    | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                  |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |
| CONAMA  | Conselho Nacional do Meio Ambiente  |
| CQP     | Controle da Qualidade e Produção  |
| CTR     | Controle de Transporte de Resíduo   |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                           |
| NBR     | Norma Brasileira Regulamentadora  |
| PGRCD   | Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição            |
| PERS    | Plano Estadual de Resíduos Sólidos  |
| PMSBCC  | Plano Municipal de Saneamento Básico de Capão da Canoa                    |
| PNRS    | Política Nacional de Resíduos Sólidos                                     |
| RCC     | Resíduos da Construção Civil  |
| RCD     | Resíduos da Construção e Demolição  |
| RGRCD   | Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição          |
| RS      | Rio Grande do Sul   |
| RSCC    | Resíduos Sólidos da Construção Civil                                      |
| RSU     | Resíduos Sólidos Urbanos  |

## SUMÁRIO

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                    | <b>12</b> |
| 1.1.      | OBJETIVOS.....   | 14        |
| 1.1.1.    | <b>Objetivo Geral</b> .....                                | <b>14</b> |
| 1.1.2.    | <b>Objetivos Específicos</b> .....                         | <b>14</b> |
| <b>2.</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                         | <b>16</b> |
| 2.1.      | A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL.....             | 16        |
| 2.2.      | DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....                          | 17        |
| 2.3.      | RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) .....             | 18        |
| 2.3.1.    | <b>Definição</b> .....                                     | <b>18</b> |
| 2.3.2.    | <b>Geração</b> .....                                       | <b>18</b> |
| 2.3.3.    | <b>Classificação</b> .....                                 | <b>19</b> |
| 2.3.4.    | <b>Coleta</b> .....  | <b>20</b> |
| 2.3.5.    | <b>Tratamento dos RCD</b> .....                            | <b>22</b> |
| 2.3.6.    | <b>Disposição Final</b> .....                              | <b>23</b> |
| 2.4.      | IMPACTOS DECORRENTES DA GERAÇÃO DE RCD .....               | 24        |
| 2.5.      | RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DO RCD.....                      | 25        |
| 2.6.      | PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....                            | 26        |
| 2.6.1.    | <b>Perdas por superprodução:</b> .....                     | <b>27</b> |
| 2.6.2.    | <b>Perdas por transporte:</b> .....                        | <b>28</b> |
| 2.6.3.    | <b>Perdas por processamento</b> .....                      | <b>28</b> |
| 2.6.4.    | <b>Perdas por produtos defeituosos</b> .....               | <b>29</b> |
| 2.6.5.    | <b>Perdas por movimentação</b> .....                       | <b>29</b> |
| 2.6.6.    | <b>Perdas de estoque</b> .....                             | <b>29</b> |
| 2.7.      | LEGISLAÇÃO .....   | 30        |
| 2.7.1.    | <b>Política Nacional dos Resíduos sólidos – PNRS</b> ..... | <b>30</b> |
| 2.7.2.    | <b>Resolução CONAMA 307/2002</b> .....                     | <b>30</b> |
| 2.8.      | NORMAS REFERENTES AO RCD .....                             | 32        |
| 2.9.      | PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCD.....                         | 32        |
| 2.9.1.    | <b>Caracterização dos resíduos</b> .....                   | <b>33</b> |
| 2.9.2.    | <b>Triagem dos Resíduos</b> .....                          | <b>34</b> |
| 2.9.3.    | <b>Acondicionamento</b> .....                              | <b>35</b> |
| 2.9.4.    | <b>Transporte de resíduos</b> .....                        | <b>39</b> |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.9.5. | Destinação final .....                                       | 39 |
| 3.     | ESTUDOS DE CASOS .....                                       | 41 |
| 4.     | METODOLOGIA.....   | 44 |
| 5.     | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....                     | 51 |
| 5.1.   | ETAPAS 1, 2 E 3 .....  | 51 |
| 5.2.   | ETAPA 4 .....  | 51 |
| 5.2.1. | Empresa A .....  | 51 |
| 5.2.2. | Empresa B .....  | 55 |
| 5.2.3. | Empresa C .....  | 60 |
| 5.2.4. | Empresa D .....  | 66 |
| 5.2.5. | Empresa E .....  | 71 |
| 5.2.6. | Empresa F.....   | 75 |
| 5.3.   | ETAPA 5 .....  | 80 |
| 5.3.1. | Comparativo entre as características das obras .....         | 80 |
| 5.3.2. | Comparativo entre as avaliações de gestão de RCD.....        | 82 |
| 5.3.3. | Comparativo entre as conformidades com a resolução 307 ..... | 87 |
| 5.3.4. | Proposição de melhorias .....                                | 94 |
| 6.     | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                    | 96 |
|        | REFERÊNCIAS.....   | 98 |

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil sempre chamou a atenção por ser a maior atividade socioeconômica do Brasil, porém nas últimas décadas, este cenário tem se tornado preocupante devido ao alto consumo de recursos naturais e a geração de resíduos sólidos provenientes de construção e demolição, (SILVA, 2015). Com base em levantamentos realizados em algumas cidades brasileiras, aproximadamente 60% do total de resíduos sólidos urbanos são oriundos da indústria da construção civil, valor este que supera ao dos resíduos domiciliares (GAEDE, 2008)

A estabilização da economia no país nas últimas décadas fortaleceu o aumento da urbanização de algumas cidades, deixando os resíduos sólidos gerados pelos processos de construção e demolição como um grande problema a ser solucionado. De acordo com Pinto (1999), este problema já era detectado em outros países onde ocorreu este adensamento populacional e mostra como os órgãos municipais ainda não estão qualificados para gerenciar tamanha quantidade de resíduos e os problemas oriundos deste processo. Além disso, o autor ressalva que este cenário é comum nos países em desenvolvimento, porém isto não deve ser motivo para que não haja uma conscientização social e medidas para um desenvolvimento sustentável.

A legislação é uma ferramenta fundamental na busca pelo desenvolvimento sustentável, capaz de disciplinar e manter o domínio do manejo dos resíduos da construção civil. A falta de fiscalização dos órgãos municipais, e muitas vezes a falta de política pública contribuem com o descompromisso dos gerados (PONTES, 2007). Sob o mesmo ponto de vista, Pinto (1999) relaciona o desconhecimento do volume de resíduos gerados, dos impactos dessa geração, das possibilidades de reaproveitamento e dos custos envolvidos à incompetência dos gestores de resíduos, que apenas percebem a proporção do problema quando deparados com a ineficiência das ações corretivas.

Atualmente a preocupação com a geração de resíduos sólidos tem tomado proporções maiores, Universidades tem reestruturado seus currículos incluindo disciplinas específicas direcionadas ao gerenciamento deste material de descarte proporcionando ética, conscientização e habilidades técnicas para nova geração de profissionais da área.

Buscando atender a Resolução nº 307 do CONAMA, a municipalidade tem o dever de exigir de empresas construtoras, consideradas como grandes geradoras de resíduos, a elaboração e apresentação de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição (PGRCD) mediante a aprovação de projetos de construção. Este planejamento serve para indicar quantitativamente e qualitativamente os materiais descartados, manejo e destinação final. A resolução ainda responsabiliza os grandes geradores pelo seu próprio resíduo

Diante deste cenário o presente trabalho visa compreender e analisar a gestão de resíduos sólidos de diferentes empresas do município de Capão da Canoa.

Capão da Canoa, desde 1900, quando ainda então era chamada de Arroio da Pescaria, já hospedava, em pequenos ranchos a beira mar os senhores fazendeiros e aventureiros do interior do Rio Grande do Sul que ali chegavam para pescar e se divertir com suas famílias. Com o passar dos anos, a grande mudança no padrão econômico dos brasileiros e a boa infraestrutura de rodovias que dão acesso ao litoral, tais como RS 290 (FREEWAY) e RS-453, incentivaram o aumento da demanda de turistas e investidores pela Região. Com este aumento da população de Capão da Canoa, principalmente na estação do Verão, a paisagem da cidade rapidamente foi se modificando, infraestruturas sendo ampliadas e casas dando lugares a edifícios comerciais e residências de múltiplos pavimentos.

O município de Capão da Canoa ainda não dispõe de uma política vigente voltada para o RCD, neste caso a situação se torna mais preocupante devido a falta de fiscalização por parte dos órgãos municipais. Segundo estudos realizados por Dalsotto (2016), o município gera em média 43 m<sup>3</sup> de RCD por dia, relativos apenas a empreendimentos verticais,

Neste contexto, a Resolução nº 307 do CONAMA e as demais que a alteram nºs 348/04, 431/11, 448/12 e 469/15 (BRASIL, 2002) atribuem responsabilidades aos grandes geradores sobre seus resíduos e propõe diretrizes, critérios e procedimentos a serem adotados pelas empresas e pelo município, visando a minimização dos danos ambientais provocados pela geração de resíduos.

Devido à preocupação com o Meio Ambiente e a procura por um desenvolvimento sustentável, este trabalho justifica-se pela necessidade de avaliar a gestão de RCD das empresas construtoras dentro do município em estudo. Uma vez que a cidade está em pleno desenvolvimento urbano o aperfeiçoamento do

gerenciamento de resíduos e conformidade com a Resolução são pontos muito importantes para a redução dos impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o gerenciamento de RCD realizado por empresas construtoras no município de Capão da Canoa-RS embasado Resolução nº 307 do CONAMA de 2002 e suas complementações.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar as características dos RCD gerados nas empresas construtoras estudadas
- b) Avaliar o gerenciamento de RCD no canteiro de obras das construtoras estudadas
- c) Avaliar a conformidade dos processos implementados perante a Resolução nº 307 do CONAMA e suas modificações
- d) Propor medidas para a melhoria da gestão de RCD nas construtoras estudadas e no município de Capão da Canoa

Para alcançar os objetivos, o estudo está estruturado em 5 capítulos, conforme listado a seguir:

O Capítulo 1 é composto pela contextualização e justificativa do tema, seguido dos objetivos deste trabalho.

No capítulo 2 está contida a fundamentação teórica, elaborada com base em revisões bibliográficas. Neste capítulo será abordado assuntos referentes ao tema, dentre eles: histórico dos resíduos na indústria da construção civil, impactos ambientais causados pela geração de resíduos, legislações referentes ao gerenciamento de RCD, aspectos da gestão de RCD em âmbito federal, estadual e municipal e ainda será abordado o tema da Sustentabilidade ambiental.

O Capítulo 3 é referente a metodologia proposta neste trabalho, que, como já citado é do tipo Estudos de casos. Neste capítulo, com base na fundamentação teórica, são descritas as etapas da pesquisa e a elaboração dos questionários de avaliação sobre o gerenciamento de RCD nas empresas entrevistadas.

O Capítulo 4 é constituído pela apresentação dos resultados obtidos através das pesquisas e respectiva análise, além do comparativo entre as empresas participantes, com o objetivo de avaliar-se as dificuldades e vantagens do gerenciamento de RCD implementado.

O Capítulo 5 finaliza o trabalho, com as considerações finais e principais resultados obtidos, incluindo as propostas para melhorias na gestão dos resíduos nas empresas e no município de Capão da Canoa.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

A indústria da construção civil no Brasil é caracterizada como tradicional e conservadora devido ao fato de que em meados da década de 70, o setor teve grandes investimentos financiados pelo Estado, que naquela época estava desprovido de programas de qualidade, o que provocava uma falta de interesse na procura por tecnologias por parte das grandes companhias (NASCIMENTO, SANTOS, 2003).

A dificuldade de implantação de novas tecnologias no setor está relacionada, na maioria das vezes, com a mão de obra desqualificada. Este fator interfere diretamente no preparo e qualificação dos colaboradores, quando comparado com outro segmento de indústria.

Os tradicionais meios de gerenciamento estão ultrapassados, a utilização de sistemas de informação vem ganhando espaço no setor gradativamente, auxiliando na elaboração de documentos técnicos de modo a melhorar a produtividade e qualidade do mesmo (NASCIMENTO, SANTOS, 2003).

O setor da construção civil, desde 2014 vem sofrendo com quedas consecutivas dentro da economia brasileira, isso vem ocorrendo devido aos impactos da crise política e econômica que ainda paira sobre o país. A diminuição do número de obras públicas é uma das grandes causas deste declínio, as operações da Lava Jato, que investigam casos de corrupção entre grandes empreiteiras e órgãos públicos agravam ainda mais esta situação (SIENGE, 2017).

As atividades do setor da construção civil são compostas por três categorias, sendo elas obras de infraestrutura, construção de edifícios e serviços especializados da construção (GAEDE, 2008). Conforme dados da última Pesquisa Anual da Indústria da Construção, realizada pelo IBGE em 2016, o valor das atividades envolvendo obras e serviço de construção ficou em aproximadamente R\$ 318 bilhões sendo que quase um terço deste valor é referente a obras públicas.

Segundo Karpinski (2009), a geração de emprego e renda e viabilização de moradias e novas edificações contribuíram para o rápido desenvolvimento das cidades, e a necessidade de haver uma política integrada aos municípios para o correto manejo destes resíduos deve ser primordial.

## 2.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Estima-se que a construção civil consome entre 15% e 50% dos recursos naturais consumidos na Terra (JOHN E AGOPYAN, 2000). Com base nestes dados o setor se torna peça chave no desenvolvimento sustentável do planeta.

Segundo Gaede (2008), no Brasil, a questão do desenvolvimento sustentável ainda não está introduzida no meio da maioria das empresas e profissionais do ramo, que infelizmente ainda visam como principal objetivo o lucro, mas nota-se que há uma maior atenção e conscientização das pessoas sobre o meio ambiente no país. De acordo com o autor, o desenvolvimento sustentável se dá a partir de mudanças no modelo de produção desde a extração da matéria prima até o seu descarte final, avaliando se ao longo do processo produtivos os impactos ambientais relacionados a atividade.

O primeiro desafio é promover a redução da extração de matéria prima, isto é possível através da redução de perdas na fonte geradora, estas perdas muitas vezes são ocasionadas pelo transporte inadequado de material dentro do canteiro, armazenamento inadequado de material, incompatibilização de projeto entre outros motivos. Uma mão-de-obra qualificada agregada de técnica contribui para a redução de perda de material (PINTO, 1999).

Silva (2015) aponta que a maior negligência com as relações ambientais ocorrem no interior do canteiro de obras acompanhadas de posturas negativas quanto as obrigações ambientais. O autor também salienta que para mudar este comportamento é preciso sensibilizar e mobilizar as equipes de trabalho para o obterem o conhecimento dos impactos que as atividades da construção civil geram sobre o meio ambiente.

A geração de resíduos sólidos varia de empreendimento para empreendimento, para entrar no âmbito da sustentabilidade ambiental os agentes construtores devem reconhecer seus índices particulares, que podem ser provenientes da tecnologia do processo construtivo utilizado pela empresa, além de buscar melhorias para a racionalidade de recursos não renováveis (PINTO, 1999).

## 2.3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

### 2.3.1. Definição

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução 307/2002, define que, resíduos oriundos da construção civil, conhecido pelas siglas RCC, RCD ou RSCC, são resultantes de perdas do processo de construção, demolição e reformas. São eles fragmentos de concreto, de diversos tamanhos, restos de tijolos, solos, resinas, rochas, blocos cerâmicos, metais, madeira, pavimento asfáltico, tubulações, gesso, vidro, fiação elétrica, entre outros materiais, popularmente este material de descarte é conhecido por entulho ou caliça.

### 2.3.2. Geração

No período de construção os resíduos podem ser oriundos de diversos tipos de perdas. De acordo com John e Agopyan (2000) uma parte das perdas é incorporada na mesma construção, como a argamassa de revestimento e o concreto, por exemplo, a outra parte será descartada como resíduo de construção. Pinto (1999) estipulou que 50 % das perdas são convertidas em RCD.

Segundo dados da ABRELPE (2017) a média de RCD coletado pelos municípios brasileiros no ano de 2017 foram de 123.421 ton/dia, com um índice de 0,594 kg/hab/dia. Na região Sul esta média ficou em 16.472 ton/dia e índice de 0,556 kg/hab/dia. Para John e Agopyan (2000) no Brasil é estimada uma produção entre 220 a 640 kg/hab, com mediana de 510 kg/hab.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, os resíduos decorrentes da construção representam a maior parte dos resíduos gerados pela indústria, isto se deve ao adensamento de áreas urbanas. Em países desenvolvidos os resíduos oriundos da demolição tem maior contribuição devido a maior intensidade de atividades de reformas de edificações e infraestrutura (PINTO, 1999).

A grande geração de resíduos exige uma atenção maior das autoridades e soluções que contribuam para a redução deste material de descarte, antes de chegar em aterros sanitários. Uma forma de contribuição e a inserção deste material como matéria prima secundária, que além de diminuir o volume de resíduo descartado, reduz a extração dos recursos naturais (FRIGO e SILVEIRA, 2012).

### 2.3.3. Classificação

A classificação do material pode ocorrer com base na origem do RCD (SWANA, 1993 *apud* PINTO, 1999), sendo classificada em:

- Material de Obras viárias;
- Material de Escavação;
- Demolição de Edificações;
- Construção e renovação de Edifícios;
- Limpeza de terrenos.

A Resolução 307 do CONAMA e suas modificações classificam os resíduos sólidos da Construção civil como:

- Classe A – Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
  - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
  - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B – São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, gesso e embalagens vazias de tinta.
- Classe C – São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.
- Classe D – São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: amianto, tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles

contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Em junho de 2015, através da resolução 469 o CONAMA passou a considerar embalagens de tinta vazias como resíduos classe B. Porém, a resolução define que: *“embalagens vazias de tintas imobiliárias, são aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida”*.

#### **2.3.4. Coleta**

O transporte e coleta dos resíduos sólidos se definem pela remoção do material descartado nos locais de origem, e a transferência para um centro de triagem ou destinação final. Desta maneira, Silva (2015) explica que deve haver uma logística de transporte na empresa de modo a facilitar o acesso de veículos, promovendo horários e controle de entrada e saída de veículos para a coleta dos resíduos com o objetivo de reduzir o acúmulo de material no canteiro, e contribuir para a organização do layout.

Em conformidade com a resolução 307 do CONAMA, transportadores de RCD são todas as pessoas físicas ou jurídicas, encarregado pela coleta deste material na fonte geradora e pelo transporte do mesmo até um local de destinação final.

O CONAMA (2002) também reforça que a responsabilidade sobre o material descartado é inteiramente do gerador, mesmo quando o processo de coleta e transporte é feito por empresas terceirizadas, para os RCD oriundos de pequenas geradores, a administração municipal deve se responsabilizar pela coleta e transporte, ou implantação de pontos de despejo de pequenos volumes, estas medidas devem ser implementadas com o objetivo de evitar a degradação ambiental e paisagística dos municípios.

O RCD é visto como um negócio rentável, em grandes e médias cidades do Brasil, os serviços de coleta e transporte vem sofrendo mudanças nos últimos anos devido ao aumento da geração de resíduo e consequente da alteração de coletores individuais por coletores jurídicos, o que torna mais simplificado e ágil o processo de remoção do material (PINTO, 1999).

Os serviços envolvem empresas que são contratadas pelas municipalidades para a remoção do material depositado em lugares inapropriados e empresas que operam aterros sanitários e centrais de triagem. Em pequenas cidades onde a quantidade de obras de pequeno porte prevalece sobre as demais, é muito comum que a coleta e transporte seja feito com veículos de tração animal ou por reboques, em função do custo (JOHN e AGOPYAN, 2000)

Em cidades mais desenvolvidas a coleta e o transporte da fonte geradora até as Áreas de transbordo e Triagem - ATT acontecem com caminhões poli guindastes com caçamba estacionaria metálica ou caminhões basculantes, o transporte do material segregado da ATT até aterros ou usinas de reciclagem é feito com caminhões caçamba. As empresas que trabalham com transporte de resíduos de construção civil devem ser licenciadas ambientalmente para à especifica atividade (LIMA e LIMA, 2009).

Segundo John e Agopyan (2000) é possível estimar um dispêndio médio de R\$ 10/hab.ano com os serviços de transporte e disposição final dos RCD. A maior parcela deste valor é extraída dos cofres municipais com serviços de remoção de resíduos depositados irregularmente.

### 2.3.5. Tratamento dos RCD

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos estabelece que o tratamento dos RCD pode ser considerado como uma ação corretiva que beneficia os resíduos para uma futura reinserção na cadeia de produção de insumos, reduz a extração de recursos naturais, reduz o descarte de resíduos em aterros aumentando a vida útil do mesmo (BRASIL, 2010).

O tratamento dos resíduos também inclui ações que reduzem o potencial poluidor deste material, podendo transformar alguns tipos de materiais contaminantes em materiais inertes. (MONTEIRO *et al*, 2001). Os RCD não possuem em sua composição materiais perigosos (produtos ácidos ou inflamáveis), porém não se deve deixar de dar estes materiais o tratamento adequado (PINTO, 1999).

O CONAMA diz que os RCD não deverão ser descartados em aterros domiciliares, lotes vagos, áreas de bota fora, encostas, corpos da água ou em áreas protegidas por lei. O CONAMA classifica de acordo com o artigo nº 10 da resolução 307, a destinação final do material após a triagem, conforme a seguir:

#### **Classe A:**

Materiais como resíduos de cimento, argamassas e cerâmica, são inertes, podendo ser reciclado no próprio local de geração na forma de agregado para aterro. Não havendo necessidade, deverão ser destinados a ATT como rege a resolução 307 e após a segregação o material é encaminhados a aterro de resíduos Classe A para a estocagem do material para usos futuros, sempre levando em conta a preservação da saúde e segurança pública.

A remoção de solo deve ser reutilizada, de preferência, na própria obra, caso não há necessidade ou ações cabíveis a este material pode ser utilizado para outros fins mediante ao conhecimento dos Órgãos Públicos ou destinado a aterros de resíduos classe A (CUNHA Jr, 2005).

**Classe B:**

São materiais como metais, plásticos, papéis e vidro que após a segregação na ATT, é destinado a usinas de reciclagem ou encaminhado a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

As madeiras podem ser facilmente reutilizadas no canteiro de obra como recortes, quando não adequadas para reuso, se não possuírem contaminação com tintas ou materiais tóxicos, podem ser destinadas a outras finalidades (SINDUSCON-MG, 2008 *apud* Silva 2015).

**Classe C:**

Deverão ser armazenados em locais secos e isolados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. Com base em Silva (2015), cabe aos fabricantes dos materiais classificados como classe C a assumir a responsabilidade compartilhada decretada pela PNRS, proporcionando o retorno deste material a origem para o correto manejo e disposição final.

**Classe D:**

Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados a aterros industriais licenciados.

**2.3.6. Disposição Final**

O grande problema relacionado ao RCD é o seu descarte irregular. Esta ação pode ser a causa de vários problemas sociais, econômicos e ambientais (JOHN e AGOPYAN, 2000).

A indústria brasileira da construção civil possui grande variedade de materiais e atividades concentradas no canteiro de obras, isto contribui para uma elevada taxa de geração de resíduos em áreas urbanas e consequentes disposições irregulares de RCD em terrenos baldios de fácil acesso (KARPINSKI, 2008)



Os resíduos oriundos de reformas e pequenas construções podem ser comumente visto sobre faixa de rolamento e calçadas, quando dispostos assim de forma negligente, causam redução do fluxo de trânsito, bloqueiam canais de escoamento da drenagem urbana, bem como degradação paisagística do local.

Em seu estudo, Pinto (1999) avaliou a presença de inúmeros pontos com pequenas disposições nos municípios pesquisados, enquadrando esta situação às cidades de médio e grande porte onde os resíduos são depositados irregularmente de maneira desregrada.

#### 2.4. IMPACTOS DECORRENTES DA GERAÇÃO DE RCD

Segundo a Resolução nº 1 do CONAMA (BRASIL, 2002), a definição de Impacto ambiental é: *“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais”*.

Conforme Gaede (2008), a gestão de RCD é relevantemente importante diante ao expressivo volume acumulado deste material. Santos (2007) relata que a degradação ambiental consequente da alta geração de resíduos está relacionada com o processo de extração da matéria prima, contribuindo para impactos negativos como o desmatamento, erosão do solo e poluição do ar e da água.

Marinho e Silva (2012) afirmam que o elevado desperdício de material nas obras é um dos grandes responsáveis pelo denso volume de resíduos gerados pela indústria da construção civil.

Em seu estudo, Pinto (1999) estima que 40% a 70% de toda massa de resíduos sólidos urbanos (RSU) são gerados pelo setor da construção civil e afirma que 50% dos RCD são dispostos irregularmente. De acordo com Pinto (1999) a disposição irregular de RCD incentiva e atrai outras pessoas depositarem outros tipos de resíduos no mesmo local, fazendo desta área um local de despejo “inadequado”.

Silva (2015) e Schneider (2003) evidenciam que a disposição irregular dos resíduos resulta em impactos nos diversos setores, como os exemplos citados a seguir:

- **Impactos ambientais:** contaminação do solo, do lençol freático e das águas superficiais além de assoreamento de rios e córregos.
- **Impactos sociais:** desenvolvimento de agentes patogênicos e transmissores de doenças, obstrução de sistemas de drenagem.
- **Impactos financeiros:** custos ao município com limpeza e remoção do material.

Alguns vetores que são responsáveis pela transmissão de doenças do tipo respiratória, epidêmica e intestinal. O quadro 1 abaixo relaciona alguns vetores que podem ser encontrados em despejos irregulares de RCD, onde há contaminação do material devido ao contato com outros tipos de resíduos (SCHNEIDER, 2003).

Quadro 1 – Relação de vetores com as doenças

| Vetores  | Doenças   |
|----------|---|
| Mosca    | Febre tifoide, salmoneloses, disenterias                      |
| Mosquito | Malária, febre amarela, dengue                                |
| Barata   | Febre tifóide, cólera, amebíase, giardíase.                   |
| Ratos    | Tifo murino, leptospirose, diarreias, disenterias, triquinose |
| Suínos   | Cisticercose  |

Fonte: Schneider, 2003

## 2.5. RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DO RCD

Os países da Europa e o Japão, devido a grande população, limitação de espaço para acondicionamento final e a escassez de recursos naturais, possuem políticas bem elaboradas e consolidadas para a gestão de resíduos, além de serem os primeiros a desenvolver estudos sobre o conhecimento e controle dos RCD (Pinto, 1999).

Segundo Schulz e Hendricks (1992) foi na Alemanha onde os primeiros estudos sobre agregados reciclados foram realizados, mais precisamente por volta de 1928, porém o uso significativo deste processo só teve início após a Segunda

Guerra Mundial, devido a grande procura por materiais de construção e a carência de remover os escombros das cidades. De acordo com os autores, a Alemanha, após a guerra, mensurou um volume estimado entre 400 a 600 milhões de metros cúbicos de destroços, onde 11,5 milhões de metros cúbicos foram reciclados na produção de aproximadamente 175.000 residências até o ano de 1955.

Pinto (1999) destaca que a necessidade pelo conhecimento da reciclagem do RCD atingiu um segundo momento em países Europeus onde a oferta por materiais granulares é baixa e nos dias de hoje como um terceiro momento, devido a carência de solução para a destinação do grandioso volume de RCD gerados em regiões densas.

A reciclagem de RCD permite que determinados resíduos voltem para o canteiro de obra como matéria prima para produção, acarretando redução de exploração de matéria prima do meio ambiente e de custos para o gerador e para as municipalidades. Porém esta ação ainda não é praticada em muitas empresas do país (LIMA e LIMA, 2009).

Nos últimos anos, os resíduos classe A reciclados em processos menos refinados veem sendo utilizado como sub-base de vias e estradas, aterros para terrenos e para projetos de drenagem, processos mais sofisticados e controlados levam o material reciclado como agregado para a confecção de novos concretos de bom desempenho (PINTO, 1999).

Segundo John e Agopyan (2000), no Brasil existem diversas centrais de reciclagem de RCD em operação e citam que grande parte do material vem sendo usado em infraestrutura de estradas pavimentadas. Segundo Evangelista (2010) as iniciativas públicas voltadas a reciclagem de RCD estão concentradas nos estados de São Paulo e Minas Gerais, devido ao grande adensamento urbano das ultimas décadas, que conseqüentemente potencializa a geração de resíduos.

## 2.6. PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O conceito das perdas situa-se dentro da produção enxuta, quando bem entendida pode estimular e alterar o foco dos colaboradores envolvidos na produção para fornecer algum produto para alguém. A perda está relacionada com a quantidade de material utilizada excessivamente em relação às características especificadas.

Na fase de construção é comum que a maior parte dos resíduos seja oriunda do processo construtivo utilizado, resultando na geração de resíduos de Classe A, Este material pode ser aproveitado na própria fonte geradora como material de aterro ou drenagem, por exemplo, reduzindo o volume que a ser descartado como resíduos. Pinto (1999) estima em seu estudo que 50% das perdas são descartadas como RCD.

A variação que ocorre nas perdas em canteiros de uma mesma empresa que utilizam recursos de mesma tecnologia mostra que uma possibilidade de reduzir perdas sem alteração da tecnologia implementada é possível (JOHN E AGOPYAN, 2000).

O controle da qualidade da produção (CQP) engloba uma série de fatores que influenciam na redução dos RCD, como padronização dos processos de produção, transparência de projetos, utilização e disponibilidade de ferramentas adequadas, boas condições de estocagem e transporte insumos.

De acordo com Shingo (1981), as perdas estão subdivididas em 7 estágios, dentro da indústria, sendo eles:

### **2.6.1. Perdas por superprodução:**

Este tipo de perda pode ocorrer em duas situações similares, sendo elas por excesso de produção e pela produção antecipada

- **Excesso de produção:** é quando o volume de produção/confecção de um insumo é superior a demanda necessária, por exemplo, a produção de volume de concreto a mais do que necessário ou argamassa de revestimento.
- **Produção antecipada:** quando são produzidos itens antes que a demanda por eles seja estabelecida, é o caso do corte e dobra de armaduras sem um acompanhamento de projeto ou fiscalização, dependendo do tamanho do corte o material não poderá ser utilizado para confecção de outra peça, em caso contrário, o material deverá ser estocado até a utilização.

As perdas por superprodução não necessariamente estão relacionados com a geração de resíduos e sim ao desperdício de materiais, ou seja, a utilização excessiva dos recursos sem necessidade. Mesmo não gerando resíduos, este tipo

de perda afeta o planejamento de uma obra, pois o consumo de materiais é maior do que o estimado e o tempo de execução também são alterados. Quando analisado ambientalmente esta perda também acarreta impactos devido a extração de matéria prima excessiva para fomentar essas perdas.

A perda por superprodução ocorre devido à falta de planejamento e acompanhamento da confecção dos produtos ou pelo baixo nível de informações entre setores, pode ser reduzido através de melhorias no planejamento e na capacitação dos colaboradores.

### **2.6.2. Perdas por transporte:**

Esta perda está relacionada às atividades que não agregam valor, o transporte de materiais dentro do canteiro de obras é inevitável, porém este tipo de serviço além de não haver produção, toma tempo, recursos da equipe e perdas decorrentes do transporte e manuseio inadequado dos materiais, impactando de forma negativa para a produção como um todo. A danificação de materiais frágeis pelo transporte inadequado dentro do canteiro é um exemplo clássico deste tipo de perda.

As melhorias para este tipo de perda podem ser obtidas através de técnicas logísticas quando relacionadas ao fornecimento de materiais, para o transporte interno as melhorias no planejamento do layout são baratas e geram bons resultados.

### **2.6.3. Perdas por processamento**

As perdas desta natureza estão associadas a natureza da atividade como a quebra de blocos cerâmicos por falta de meio blocos ou a abertura de canaletas para passagem de dutos hidráulicos ou elétricos por exemplo. A execução incorreta ou fora dos padrões normativos também se refere ao processamento, uma vez que deverá ser demolida ou reparada.

#### **2.6.4. Perdas por produtos defeituosos**

São perdas oriundas da fabricação de itens que não atendem padrões de qualidade especificadas e geram retrabalhos. A falta de prumo de um pilar concretado, falta de caimento em box de banheiro e descolamento de revestimentos cerâmicos são exemplos deste tipo de perda.

#### **2.6.5. Perdas por movimentação**

Está relacionada a movimentação dos colaboradores durante a execução de tarefas, trabalhos que requerem esforço do trabalhador e oferecem riscos à segurança do mesmo são considerados perda. Como exemplo pode ser citado a quebra de materiais por descuido da força de trabalho ou de condições inadequadas no layout do canteiro.

A redução desta perda pode ser obtida através da busca de conhecimento das execuções e operações de tarefas, a busca por tecnologia e ferramentas mecânicas e automatizadas também são ótimas opções para melhorias da movimentação.

#### **2.6.6. Perdas de estoque**

Esta perda é facilmente percebida em empresas com ineficiência de gestão e podem ser consideradas tanto perdas materiais quanto perda de capital próprio. O estoque excessivo de cimento e louças, por exemplo, podem acabar danificando o material devido a estocagem inadequada ou intempéries climáticas. Os custos envolvendo a estocagem de materiais podem ser considerados perdas.

Obter conhecimento da natureza do estoque, e propor maneiras de gerenciamento do mesmo, melhorias na previsão e controle de quantitativos reduzindo o tempo de reposição dos materiais são alternativas para redução de perdas desta ordem.

Pinto (1999) afirma que no Brasil que a intensidade de perda de material construção civil varia de 20 a 30% do total de material utilizado em determinada obra. Estes números podem variar dependendo da tecnologia do processo construtivo e da qualificação da mão de obra.

O reconhecimento de índices deve estar dentro do gerenciamento da construção, de acordo com Karpinski (2009) estes índices relacionados com o patamar tecnológico da empresa, podem fomentar investimentos em melhorias para aumentar a competitividade no mercado de trabalho.

## 2.7. LEGISLAÇÃO

### 2.7.1. Política Nacional dos Resíduos sólidos – PNRS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei nº 12.305/10, possui instrumentos de modo a facilitar o avanço do país no confronto com os principais problemas ambientais, sociais e econômicos oriundos do mau gerenciamento dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A PNRS prevê uma série de ações no âmbito do desenvolvimento sustentável, tais como:

- Prevenção e redução de geração de resíduos;
- Aumento da reciclagem e reutilização dos resíduos;
- Destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

A PNRS também estabelece a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos tais como: fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, cidadãos e titulares de serviços de manejo dos RSU e cria metas de modo a colaborar para a extinção dos lixões a céu aberto. A lei 12.305/10 é constituída de instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual e municipal e exige dos setores públicos e privados a implantação de planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

### 2.7.2. Resolução CONAMA 307/2002

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2002), a legislação que trata diretamente de assuntos relacionados a resíduos provenientes da construção civil (RCD) é a Resolução do CONAMA nº 307, sancionada em 5 de julho de 2002. Esta resolução estabelece a gestão de RCD no Brasil através de diretrizes, critérios e

procedimentos a serem adotados pelo poder público municipal e agentes geradores de RCD, quando referida a destinação dos resíduos.

O não cumprimento da legislação perante a disposição final do RCD pode resultar em penalidades de acordo com a Lei nº 9.605/98 - de crimes ambientais.

Com o objetivo de minimizar os impactos ambientais produzidos pela grande geração de resíduo, a CONAMA nº 307 propõe que os geradores visem em primeiro lugar, a não geração de resíduos e posteriormente, em ordem de prioridades, a redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e por último, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Esta resolução também define diretrizes para que, em conjunto, municípios e o Distrito Federal desenvolvam planos integrados de gerenciamento de resíduos de modo a identificar e responsabilizar grandes geradores de RCD e propor soluções para os pequenos geradores. Através desta lei, acompanhado da fiscalização dos órgãos municipais é possível disciplinar os agentes envolvidos neste processo, promovendo ações adequadas para o manejo destes resíduos desde a geração até a disposição final (KARPINSKI, 2009).

No âmbito das responsabilidades, cabe ao município criar um Plano Integrado de Gerenciamento composto por: Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos para pequenos geradores e requerimento de projetos de gerenciamento em obra para obtenção da aprovação dos empreendimentos dos grandes geradores. Cabe aos grandes geradores elaborarem estes Planos de Gerenciamento em Obra indicando a composição do resíduo e sua classificação, além de procedimentos de triagem, acondicionamento, transporte e destinação adequada (BRASIL, 2010).

Após a publicação oficial, a Resolução 307 foi responsável pela intensificação na prática da gestão de RCD, despertando interesse de profissionais da construção civil pela procura de novas tecnologias e soluções voltados para o tratamento dos resíduos (MARQUES, 2017). Ao longo do tempo com esses avanços e o surgimento de novas políticas, a resolução sofreu alterações de melhorias listadas a seguir:

- Resolução 348 de 2004 passou a considerar o amianto como resíduos perigosos classe D, o que exige cuidado especial na sua disposição final.
- Resolução 431 de 2011 alterou a classificação do gesso da classe C para a classe D, caracterizando-o como resíduo reciclável.
- Resolução 448 de 2012 enquadrando a resolução 307 nas exigências da Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).



- Resolução 469 de 2015 incluiu as embalagens vazias de tintas imobiliárias “aquelas que não apresentam acúmulo de resíduo” na classe B, além de determinar que as embalagens sejam submetidas ao sistema de logística reversa, conforme especificações da lei 12.305/2010.

## 2.8. NORMAS REFERENTES AO RCD

As normas técnicas brasileiras relacionadas a seguir tem o objetivo de estabelecer diretrizes para projetos de infraestrutura e procedimentos para utilização de agregados reciclados para confecção de novos produtos (CABRAL E MOREIRA, 2011).

- NBR 15112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros: Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação.
- NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

## 2.9. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCD

O plano de gerenciamento de RCD (PGRCD) é um dos instrumentos da PNRS e da CONAMA 307/2002 que deve ser elaborado por todos os empreendimentos caracterizados como grandes geradores. Este documento deve ser elaborado e apresentado aos órgãos municipais anteriormente ao início das obras e executado durante todo período de construção do empreendimento. Após a conclusão da obra deverá ser elaborado o relatório de gerenciamento (RGRCD) o qual é condicionante para a obtenção da Licença de Operação e Habitação.

O plano consiste em definir uma metodologia de gerenciamento de resíduos, visando à minimização da geração de resíduos e procedimentos adequados de

segregação, acondicionamento, bem como as etapas de transporte, tratamento e destinação final destes resíduos (ANDRADE, 2013). Segundo o autor, estas ações promovem a redução dos impactos ambientais, a preservação do meio ambiente e o incentivo a boas práticas.

O PGRCD é constituído pelas seguintes etapas:

### **2.9.1. Caracterização dos resíduos**

A caracterização possibilita a identificação e classificação dos resíduos de acordo com sua classe, bem como possível reutilização no próprio canteiro de obra ou reciclagem. De acordo com LIMA e LIMA, (2009) quando a caracterização dos resíduos é realizada em todas as fases do empreendimento, é possível obter dados estatísticos e indicadores que auxiliam na elaboração do planejamento, bem como a redução da geração e manejo adequado dos resíduos.

O Quadro 2 especifica os tipos de resíduos que podem ser gerados em cada fase de uma construção.

Quadro 2 – Geração de resíduos por fase da obra

| <b>Fase da obra</b>          | <b>Tipos de resíduos possivelmente gerados</b>                                |
|------------------------------|---|
| Limpeza do terreno           | solos, rochas, vegetação, galhos, etc.  |
| Montagem do canteiro         | blocos cerâmicos, concreto, areia<br>brita, madeira                           |
| Fundações                    | Solos, rochas   |
| Superestrutura               | concreto, areia, brita, madeira<br>sucata de ferro, fôrmas plásticas          |
| Alvenaria                    | blocos cerâmicos, blocos de concreto<br>argamassa, papel, plástico            |
| Instalações hidrossanitárias | blocos cerâmicos<br>PVC   |
| Instalações elétricas        | blocos cerâmicos<br>condutes, mangueira, fio de cobre                         |
| Reboco interno/externo       | argamassa   |
| Revestimento                 | pisos, azulejos cerâmicos, piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico |
| Forro de gesso               | placas de gesso cartonado   |
| Pinturas                     | tintas, seladores, vernizes, texturas   |
| coberturas                   | madeira, fragmentos de telhas de fibrocimento                                 |

Fonte: Valotto, 2007

### 2.9.2. Triagem dos Resíduos

A triagem dos resíduos deve ser realizada no próprio canteiro de obras, posteriormente o material segregado é destinado a locais denominados de acondicionamento inicial. Estes locais possibilitam que os resíduos não fiquem espalhados pelo canteiro, evitando possíveis acidentes de trabalho e poluição visual do empreendimento. A segregação é de suma importância, pois ela mantém as propriedades/características dos resíduos para posterior reutilização no próprio canteiro de obras, ou fora.

Segundo Pinto (2005), para que a triagem seja realizada com sucesso, há a necessidade de implantar dispositivos que auxiliam no manejo interno dos resíduos. Mantendo a segregação e as características de todos os resíduos. Os dispositivos listados no quadro 3 são utilizados na maioria dos casos.

Quadro 3 – Dispositivos de acondicionamento de resíduos

| DISPOSITIVOS                | DESCRIÇÃO   | ACESSÓRIOS UTILIZADOS  |
|-----------------------------|---|--|
| <b>Bombonas</b>             | Recipiente plástico, com capacidade para 50 litros, normalmente produzido para conter substâncias líquidas. Depois de corretamente lavado e extraída sua parte superior, pode ser utilizado como dispositivo para coleta. | 1-Sacos de ráfia<br>2-Sacos de lixo simples (quando forem dispostos resíduos orgânicos ou outros passíveis de coleta pública)<br>3-Adesivos de sinalização |
| <b>Bags</b>                 | Saco de ráfia reforçado, dotado de 4 alças e com capacidade para armazenamento em torno de 1m <sup>3</sup>  | 1-Suporte de madeira ou metálico<br>2-Plaquetas para fixação dos adesivos de sinalização<br>3-Adesivos de sinalização                                      |
| <b>Baias</b>                | Geralmente construída em madeira, com dimensões diversas, adapta-se às necessidades de armazenamento do resíduo e ao espaço disponível em obra.   | 1-Adesivos de sinalização<br>2-Plaquetas para fixação dos adesivos de sinalização (em alguns casos)  |
| <b>Caçamba Estacionária</b> | Recipiente metálico com capacidade volumétrica de 3, 4 e 5m <sup>3</sup>  | Recomendável o uso de dispositivo de cobertura, quando disposta em via pública.  |

Fonte: Pinto, 2005

### 2.9.3. Acondicionamento

Após a triagem dos resíduos, os mesmos devem ser adequadamente acondicionados, desde o próprio local de geração até o transporte para a destinação final (ANDRADE, 2013).

O acondicionamento inicial pode ser feito de várias maneiras no próprio local de geração, geralmente são utilizados dispositivos abertos para a disposição de materiais mais leves, como plásticos, papéis, madeira, etc. Para resíduos maiores ou

mais pesados como os de classe A (concretos, argamassas, cerâmicas), este acondicionamento inicial pode ser feito através de pilhas próximas a dispositivos de transporte interno, nos respectivos pavimentos (LÔRDELO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

Para Pinto (2005) o acondicionamento inicial deve ser feito próximo aos locais de geração dos resíduos, porém, nada impede que os resíduos sejam levados diretamente para o acondicionamento final. No quadro 4 o Autor assimila os tipos de resíduos com a maneira de acondicionamento inicial adequada.

Para o acondicionamento final deve-se levar em conta a coleta do material do canteiro para a destinação final, de modo a facilitar esta ação. O ambiente deve garantir os materiais segregados mantendo-os com características para possível reciclagem (LÔRDELO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

De acordo com Pinto (2005), nesta etapa também deve se levar em conta o volume e as características físicas dos resíduos para definir o tamanho e a quantidade de dispositivos necessária para o acondicionamento. No quadro 5 o autor assimila os resíduos com o acondicionamento final

Quadro 4 – Acondicionamento inicial por tipo de resíduos

| TIPOS DE RESÍDUOS   | ACONDICIONAMENTO INICIAL  |
|---|---|
| Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos, etc.   | Em pilhas formadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos.  |
| Madeira   | Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia (pequenas peças) ou em pilhas formadas nas proximidades da própria bombona e dos dispositivos para transporte vertical (grandes peças).                       |
| Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)  | Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia.  |
| Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório)  | Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia, para pequenos volumes. Como alternativa para grandes volumes: bags ou fardos.  |
| Metal (Ferro, aço, fiação revestida, arama, etc.)   | Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia ou em fardos.   |
| Serragem  | Em sacos de rafia próximos aos locais de geração.   |
| Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos   | Em pilhas formadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos.   |
| Solos   | Eventualmente em pilhas e, preferencialmente, para imediata remoção (carregamento dos caminhões ou caçambas estacionárias logo após remoção dos resíduos do local de origem).   |
| Telas de fachada e de proteção  | Recolher após o uso e dispor em local adequado.   |
| EPS (Poliestireno expandido) - ex. isopor   | Quando em pequenos pedaços, colocar em sacos de rafia. Em placas, formar fardos.  |
| Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinças e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas etc. | Manuseio com os cuidados observados pelo fabricante do insumo na ficha de segurança da embalagem ou do elemento contaminante do instrumento de trabalho. Imediato transporte pelo usuário para o local de acondicionamento final. |
| Restos de uniforme, botas, panos e trapos sem contaminação de químicos.   | Disposição nos bags para outros resíduos.   |

Fonte: Pinto, 2005

Quadro 5 – Acondicionamento final por tipo de resíduo

| TIPOS DE RESÍDUOS   | ACONDICIONAMENTO FINAL  |
|---|---|
| Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.   | Preferencialmente em caçambas estacionárias.  |
| Madeira   | Preferencialmente em baias sinalizadas, podendo ser utilizadas caçambas estacionárias.                                |
| Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)  | Em bags sinalizadas.  |
| Papela (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório)   | Em bags sinalizados ou em fardos, mantidos ambos em local coberto.  |
| Metal (Ferro, aço, fiação revestida, arame, etc.)   | Em baias sinalizadas.   |
| Serragem  | Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo.   |
| Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos   | Em caçambas estacionárias, respeitando condição de segregação em relação aos resíduos de alvenaria e concreto.        |
| Solos   | Em caçambas estacionárias, preferencialmente separados dos resíduos de alvenaria e concreto.                          |
| Telas de fachada e de proteção  | Disponibilizar em local de fácil acesso e solicitar imediatamente a retirada ao destinatário.                         |
| EPS (Poliestireno expandido) - ex. isopor   | Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo ou fardos.   |
| Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinças e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas etc. | Em baias devidamente sinalizadas e para uso restrito das pessoas que, durante suas tarefas, manuseiam estes resíduos. |
| Restos de uniforme, botas, panos e trapos sem contaminação por produtos químicos.   | Em bags para outros resíduos.   |

Fonte: Pinto, 2005

#### **2.9.4. Transporte de resíduos**

O transporte dos resíduos é realizado de acordo com os meios disponíveis no canteiro de obras. Para o transporte horizontal, normalmente utiliza-se carrinhos de mão e giricas, para o vertical, dispositivos como guias e elevadores de carga auxiliam na movimentação além dos dutos, elemento tubular que facilita muito o transporte vertical de resíduos classe A (LÔRDELO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

Para Lima e Lima (2009) o transporte externo de resíduos deve ser controlado por meio de Controle de Transporte de Resíduos (CTR). Este documento deve conter dados da empresa, especificação do tipo e quantitativo de resíduos que estarão sendo transportados, dados do transportador e do local que os resíduos serão destinados,

É importante ressaltar que este documento quando assinado pelos envolvidos evidencia que o gerador destinou seus resíduos conforme rege a resolução 307. O mesmo pode ser utilizado para obter controle da geração interna de resíduos (LIMA e LIMA, 2009).

#### **2.9.5. Destinação final**

A remoção do material deve ser realizada quando for inviável a reutilização ou reciclagem do resíduo na obra. É necessário definir previamente o local onde o material será depositado, pois a disposição irregular do RCD pode acarretar em multas ao responsável da obra.

O veículo de transporte utilizado deve ser compatível com a maneira em que os resíduos foram armazenados na obra, de preferência, cadastrados pelos órgãos municipais, além disso, os resíduos devem estar acompanhados do Controle de Transporte de Resíduo (CTR), conforme estabelecido na norma NBR 15112/2004 (ANDRADE, 2013).

De acordo com ABNT (2004), para que os resíduos Classe A possam ser dispostos em aterros de inertes, é preciso que o mesmo tenha sido triado na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem (ATT) ou em área de triagem estabelecida dentro do próprio aterro. A norma ainda ressalta que no aterro os



resíduos devem estar segregados em materiais cerâmicos e argamassados, solos e material viário asfáltico, de modo a viabilizar a utilização futura.

Para Pinto (2005), além dos aterros de inerte os RCD podem ser destinados a outros locais, tais como:

- **Pontos de entregas;** área pública ou viabilizada pela administração pública para recebimento de pequenos volumes de resíduos.
- **Áreas de transbordo e triagem:** estabelecimentos públicos ou privados que realizam a triagem e o tratamento do resíduo antes da disposição final adequada
- **Área de reciclagem:** Estabelecimentos privados ou públicos destinados ao beneficiamento dos resíduos classe A em agregados.
- **Agentes diversos:** Sucateiros, cooperativas, grupos de coleta seletiva e outros agentes que comercializam os resíduos recicláveis.

### 3. ESTUDOS DE CASOS

Segundo a Resolução 307 do CONAMA (2002), os municípios têm grande parte da responsabilidade sobre o manejo dos resíduos sólidos gerados pela urbanização. Grande porcentagem destes resíduos é gerada pela área da construção civil, onde a responsabilidade sobre armazenamento deste material, transporte e disposição final é de total responsabilidade do gerador, ou seja, pelos responsáveis técnicos ou proprietários de construções, reformas, demolições, etc.

Cidades em desenvolvimento onde a construção civil tem grande influência social e econômica, como é o caso da cidade em estudo neste trabalho, necessitam de gerenciamento e controle sobre os resíduos de construção e demolição (RCD), visando a redução do impacto ambiental. A CONAMA 307 propõe diretrizes, definições e procedimentos para o gerenciamento adequado destes resíduos.

Capão da Canoa é uma das cidades que mais vem se desenvolvendo nos últimos anos no litoral norte do Rio Grande do Sul. De acordo com IBGE (2019) a estimativa da população, que tem como referência o dia 1º de julho de 2019, Capão da Canoa continua tendo a maior população fixa do litoral norte com 53.049 moradores.

O setor da construção civil é grande responsável por este feito, tendo grande influência na geração de emprego e movimentação da economia local. Infelizmente como em qualquer outra cidade a construção civil tem seu lado negativo, o grande aumento de resíduos da construção e demolição tem ganhado a atenção dos órgãos responsável pelo meio Ambiente ultimamente.

O município é desprovido de uma política municipal sobre o gerenciamento de RCD, porém a Resolução CONAMA 307 auxilia neste procedimento em diversos aspectos (CAPÃO DA CANOA, 2016). A falta de fiscalização e levantamento de dados não permite a identificação e distinção entre pequenos e grandes geradores de resíduos, dificultando o mapeamento do mesmo.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Capão da Canoa (PMSBCC), no município existe apenas um local de transbordo deste material, este local é administrado pela empresa Ecoambiente Soluções Ambientais LTDA. A empresa é responsável pela triagem do material depositado na ATT através de caminhões de coleta pública ou privada além de carroceiros. Após a triagem este material é encaminhado para o tratamento (reciclagem) ou para a disposição final.

Devido à falta de rigor na fiscalização, o município sofre com degradação ambiental e paisagística devido à disposição irregular do RCD oriundo de pequenos geradores. Geralmente estes resíduos são depositados próximo ao logradouro onde foi gerado, sobre calçadas e vias ou então transportado até terrenos baldios ou bota-fora.

A empresa que administra o local de triagem cobra uma tarifa R\$ 8,00 por m<sup>3</sup> de RCD e R\$ 5,00 por m<sup>3</sup> de poda e galhos, para empresas de construção e particulares. A administração local que possui seus veículos próprios de coleta além de ajudar na limpeza urbana da cidade removendo o RCD disposto irregularmente, repassa a verba aos carroceiros que possuem cadastro que ao contrário dos demais, recebem para dispor o resíduo no local (CAPÃO DA CANOA, 2016).

Segundo a Secretária do meio ambiente de Capão da Canoa, em 2015 foi totalizado o recebimento de 23.238 m<sup>3</sup> de RCD e resíduos volumosos na unidade de triagem, uma média mensal de 1.930 m<sup>3</sup>. O quantitativo dos resíduos recebido é realizado adotando uma densidade de 1,28 ton/m<sup>3</sup>, a mensuração é feita entrada do material no local de triagem (CAPÃO DA CANOA, 2016)

Grandes construtoras, impulsionadas pelos preços atrativos da região compram casas antigas ou terrenos para dar lugar a edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, Este adensamento urbano que ocorre no município impulsiona a geração de RCD por parte da construção em sí e da demolição de edificações antigas.

Para este trabalho escolheu-se empreendimentos residenciais com mais de 1.000 m<sup>2</sup> de área construída, no município de Capão da Canoa no ano de 2019. Optou-se por buscar obras de porte semelhantes, visando melhor entendimento na comparação dos resultados. A escolha das obras se deu principalmente pela motivação das empresas em participar da pesquisa e pela decisão da alta direção em abrir espaço para a pesquisa, o que proporciona maior liberdade para entrevistas, observações e análise de documentação. Assim, as empresas A, B, C, D, E e F foram convidadas a participar do trabalho.

O quadro 6 apresenta os dados gerais das empresas e seus respectivos empreendimentos liberados para a realização da pesquisa.

Quadro 6 – Dados gerais das Empresas e obras pesquisadas

| Denominação da empresa | Ramo de atuação           | Tempo de mercado | Fase da obra           | Prazo de entrega da obra | Nº de funcionários no canteiro | Área construída (m²) |
|------------------------|---------------------------|------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Empresa A              | Construção e Incorporação | 36 anos          | Estruturação e vedação | mar/21                   | 30                             | 6.700                |
| Empresa B              | Construção e Incorporação | 2 anos           | Estruturação e vedação | dez/20                   | 25                             | 6.420                |
| Empresa C              | Construção e Incorporação | --               | Revestimento           | mar/20                   | 45                             | 9.080                |
| Empresa D              | Construção e Incorporação | 36 anos          | Acabamento final       | fev/20                   | 32                             | 8.700                |
| Empresa E              | Construção e Incorporação | 30 anos          | Acabamento final       | mai/20                   | 30                             | 8.500                |
| Empresa E              | Construção e Incorporação | --               | Revestimento           | jul/20                   | 40                             | 8.000,               |

Fonte: Próprio Autor

#### 4. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi adotado o estudo de caso como método de investigação, caracterizado por GIL (1999) como um estudo amplo e exaustivo de um ou de poucos objetos de modo a proporcionar um conhecimento profundo e detalhado.

As atividades que foram pesquisadas neste trabalho estavam sendo desenvolvidas no mesmo período da pesquisa, proporcionando ao aluno a observação do processo em tempo real. Como o papel do aluno é apenas observar e relatar as ações que ocorrem, é importante que o mesmo se mantenha neutro de todas as atividades que ocorrem durante a pesquisa.

O conhecimento das obras que foram bases para o estudo aconteceu de forma conveniente, através de conversas com profissionais da área que indicaram tais empresas e engenheiros para apresentação do tema. Após este primeiro contato, que aconteceu via ligação telefônica e/ou whatsapp e presencialmente no canteiro de obras, foi determinado uma data com o responsável técnico no local da obra, para conhecer o empreendimento e apresentar o plano de estudo.

A metodologia deste trabalho foi elaborada com base no estudo de Pontes (2007), a qual está subdividida em cinco etapas:

**Etapa 1:** Referente à elaboração de protocolos a partir de pesquisas bibliográficas, normas vigentes relativas à gestão de RCD e modelos de certificações atuais, como, por exemplo, o Selo Azul da Caixa. Os protocolos têm o papel de auxiliar o pesquisador na busca por dados informativos com o objetivo de caracterizar o sistema de gestão de resíduos da empresa bem como avaliar o processo e a conformidade com a Resolução 307/CONAMA. Nesta pesquisa, os protocolos preparados por Pontes (2007) foram atualizados e adequados à situação de Capão da Canoa.

**Etapa 2:** A segunda etapa foi consistiu no plano de desenvolvimento do estudo, seleção das empresas que participaram e planejamento dos procedimentos de avaliação do gerenciamento das obras.

**Etapa 3:** Nesta etapa foi definido o método de execução dos questionários de avaliação, que foram elaborados em três partes, apresentadas a seguir:

- Caracterização da empresa e da obra;

A parte 1, Caracterização das empresas foi respondida pelos responsáveis técnicos das obras. As questões, neste primeiro contato, estiveram voltadas para o histórico das empresas e dados gerais dos empreendimentos pesquisados. O quadro 7 apresenta o questionário 1 preparado para o levantamento de dados da empresa e da obra.

Quadro 7 – Questionário 1

| Item | Questionário 1: Caracterização da obra   |
|------|--|
| 1    | Identificação da empresa:  |
| 2    | Responsável Técnico da obra:   |
| 3    | Responsável pelo gerenciamento de resíduo, caso houver:  |
| 4    | Quantidade de funcionários:  |
| 5    | Ramo de atuação:   |
| 6    | Área construída:   |
| 7    | Em qual etapa construtiva a obra se encontra?  |
| 8    | Quais os tipos de materiais utilizados no canteiro de obra que compõe a estrutura da edificação? |
| 9    | Quais os elementos utilizados como vedação interna e externa?                                    |
| 10   | Existe um Cronograma físico da obra? Podemos receber uma cópia?                                  |

Fonte: Próprio Autor

- Avaliação do gerenciamento de RCD

A segunda parte, Gerenciamento de RCD tem o objetivo de diagnosticar o modelo de gerenciamento de resíduos no canteiro de obras. Através deste protocolo que foi preenchido pelos entrevistados, foi possível obter parâmetros relacionados ao planejamento do sistema de gerenciamento e métodos utilizados para implantação.

Esta etapa também proporcionou detectar problemas internos de gestão de RCD na empresa bem como realizar a análise dos resultados obtidos através do gerenciamento.

O quadro 8 apresenta as questões elaboradas com base nos estudos realizados por Mann (2015) e Pontes (2007), nas respectivas Cidades de Curitiba-PR e Recife-CE onde o objetivo também era avaliar o sistema de gerenciamento de empresas construtoras.

Quadro 8 – Questionário 2

| Item | Avaliação do gerenciamento de RCD   |
|------|---|
| 1    | A empresa busca algum certificado de gestão de qualidade? Se sim, qual?   |
| 2    | O empreendimento possui um PGRCD aprovado no órgão ambiental? Podemos receber uma cópia?  |
| 3    | Quem é o responsável pela gestão de resíduos dentro da obra?.   |
| 4    | Qual o cargo da pessoa responsável dentro da empresa?   |
| 5    | Esta pessoa tem conhecimento das Resoluções do CONAMA?  |
| 6    | Há evidências de que o plano de gerenciamento de resíduos foi implantado na obra?   |
| 7    | Quais as dificuldades encontradas para realizar o gerenciamento de resíduos no canteiro?  |
| 8    | A partir das dificuldades apontadas anteriormente, quais medidas poderiam ser tomadas para facilitar esta ação?   |
| 9    | Quais os benefícios alcançados com plano de gerenciamento de RCD?   |
| 10   | Foi realizado antes do início da obra um dimensionamento dos dispositivos de acondicionamento para segregação de RCD?   |
| 11   | No planejamento da obra, foi realizada uma prévia caracterização dos resíduos que poderão ser gerados durante a obra?   |
| 12   | No planejamento da obra, foi realizada alguma verificação das possibilidades de reciclagem e aproveitamento do RCD, principalmente os de alvenaria, concreto e cerâmico?  |
| 13   | A empresa realiza reuniões e treinamento com os funcionários objetivando a redução de perdas no canteiro de obras?  |
| 14   | A empresa possui registros de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) da obra?   |
| 15   | O CTR é preenchido corretamente? Constando nome, CPF e/ou razão social e inscrição municipal do transportador, nome, CPF e/ou razão social e CPNJ do gerador, endereço de destino e geração, o volume e a classe do resíduo transportado as assinaturas do gerador, transportador e responsável do local de destinação? |

Fonte: Próprio Autor

- Conformidade com a legislação

Finalmente a parte 3 – Legislação foi baseada na Resolução nº 307 do CONAMA (2002) e nas recomendações de Pinto (2005) para que as empresas se enquadrem a legislação. O questionário 3 foi elaborado a partir de requisitos que contemplam o PGRCD e satisfazem os objetivos da resolução. São eles:

- a) Não geração de resíduos
- b) Minimização da geração de resíduos
- c) Reutilização e reciclagem
- d) Triagem
- e) Acondicionamento final e inicial
- f) Transporte
- g) Disposição final

O questionário foi respondido pelo pesquisador levando em conta a gestão e os procedimentos observados e registrados durante a pesquisa. Os requisitos que não foram possíveis analisar no canteiro foi questionado ao responsável no final da pesquisa.

O Quadros 9 apresenta o questionário elaborado para tal situação.



Quadro 9 – Questionário 3

| Item | Conformidade com a Resolução 307   |
|------|--|
| 1    | Há evidências que sejam empregadas diretrizes para a redução dos impactos gerados pelo RCD, como por exemplo, reaproveitamento do resíduo, dentro ou fora da obra?   |
| 2    | Há evidências de que o objetivo prioritário da obra seja a não geração de resíduos?  |
| 3    | Como é realizada a segregação de resíduos no canteiro de obras?  |
| 4    | A obra dispõe de containers de resíduos devidamente identificados? Com cores referentes aos resíduos conforme especificado na resolução CONAMA? Em um mesmo container de resíduos, existem diferentes classes de resíduos inviabilizando o reaproveitamento futuro |
| 5    | Os resíduos classe A estão acondicionados inicialmente em pilhas próximas ao local de geração, nos respectivos pavimentos?   |
| 6    | Os resíduos classe B estão acondicionados corretamente em dispositivos devidamente identificados e forrados por saco de rafia próximos ao local de geração?  |
| 7    | Os resíduos classe C estão acondicionados inicialmente em pilhas próximas ao local de geração, nos respectivos pavimentos?   |
| 8    | Os resíduos classe D estão sendo levados diretamente para o acondicionamento final?  |
| 9    | Os resíduos Classe A, B ou C são transportados horizontalmente através de carrinhos de mão ou giricas e verticalmente por grua ou elevador de carga dentro do obra?  |
| 10   | Os resíduos classe A estão acondicionados em baias ou caçambas estacionárias de forma correta?   |
| 11   | Os resíduos classe B estão acondicionados corretamente?  |
| 12   | Os resíduos classe C estão acondicionados em baias ou caçamba estacionária devidamente identificados?  |
| 13   | Há reutilização de materiais dentro da obra? Se sim, quais?  |
| 14   | Há reciclagem ou aproveitamento dos resíduos dentro do da obra? Se sim, quais?   |

Continua...

Continuação do Quadro 9:

| Item | Conformidade com a Resolução 307  |
|------|---|
| 15   | Os resíduos classe A e C estão sendo transportados em caminhão com equipamento poli guindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona?  |
| 16   | De que maneira é transportado os resíduos classe C?   |
| 17   | Os resíduos classe D estão sendo transportados por caminhão ou outro veículo de carga, sempre cobertos?   |
| 18   | Os resíduos Classe A estão sendo encaminhados para ATT, áreas de reciclagem ou aterros de RCD licenciados pelos órgãos competentes, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura? |
| 19   | Os resíduos classe B estão sendo encaminhados para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializem ou reciclem estes resíduos?   |
| 20   | Os resíduos classe B e C estão sendo encaminhados para a indústria do fabricante para possível reaproveitamento ou para empresas de reciclagem?   |
| 21   | Os resíduos classe D estão sendo encaminhados para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos?   |

Fonte: Próprio Autor

**Etapa 4:** Os questionários 1 e 2 por abranger questões mais dinâmicas, não iram fornecer notas para este trabalho. Portanto, nesta etapa, foram formados os critérios de pontuação dos itens do questionário 3, perante as conformidades das empresas em relação aos critérios da resolução 307 do CONAMA.

A pontuação foi realizada da seguinte maneira:

- 01 ponto, quando o requisito avaliado não é atendido;
- 02 pontos, quando o requisito avaliado é atendido parcialmente;
- 03 pontos, quando o requisito avaliado é atendido plenamente;

Após a realização do questionário, foram comparados registros e anotações com as recomendações de Pinto (2005) e diretrizes da resolução para a atribuição dos pontos. Após o conhecimento da pontuação individual dos critérios analisados foi calculada a nota final de empresa através da soma das pontuações.

**Etapa 5:** A última etapa é a apresentação dos resultados, neste caso foi necessário a conclusão dos questionários de avaliação para apresentar o as características e desempenho das empresas participantes. Através deste levantamento de dados foi possível comparar as empresas avaliadas, tanto no âmbito de gerenciamento dos resíduos como nos processos construtivos.

Nesta etapa foi possível obter um perfil relativo ao gerenciamento de RCD de cada empresa e apontar possíveis pontos fracos e deficiências da gestão de resíduos no canteiro de obras. A partir destes dados foram propostas medidas e mudanças visando a melhoria da gestão de resíduos.

## **5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **5.1. ETAPAS 1, 2 E 3**

Os questionários organizados, a escolha das empresas que participaram deste trabalho e a pontuação adotada foram apresentados no capítulo de Metodologia.

### **5.2. ETAPA 4**

Os resultados, por empresa estudada, foram obtidos com os questionários e visitas. Estão aqui apresentados, subdivididos em: Caracterização da empresa e da obra, Avaliação do gerenciamento de RCD, e Conformidade com a legislação.

#### **5.2.1. Empresa A**

- Caracterização da obra

A obra em estudo da empresa A (Figura 1) está localizado ao sul do município e atualmente se encontra na fase de estruturação, vedação e instalações hidráulicas. O escoramento das lajes e vigas é feito com escoras metálicas.

A edificação de fins residenciais é constituída em uma torre de 12 pavimentos, sendo dois deles garagem. O edifício está sendo construído pelo método convencional de estruturas em concreto armado, sendo a laje nervurada. A alvenaria de vedação é constituída em tijolos cerâmicos de 6 furos e blocos de concreto em torno da escada.

Figura 1 – Obra da empresa A



Fonte: Próprio Autor

- Avaliação da gestão dos resíduos

A empresa A não busca certificados de gestão de qualidade para este empreendimento. O engenheiro civil contratado, além de gerenciar o canteiro de obras também é responsável pelo gerenciamento de resíduos. O mesmo tem conhecimento da resolução 307 do CONAMA.

A empresa possui um PGRCD para o empreendimento. Há evidências que o plano está sendo implantado na empresa, a segregação e destinação final dos resíduos são algumas delas. A empresa não realiza reuniões e treinamentos com funcionários objetivando a redução de perdas no canteiro.

Segundo o entrevistado a dificuldade está em fiscalizar as atividades dos funcionários. O responsável relata que aumento da equipe técnica contribuiria de maneira positiva no gerenciamento do RCD.

De acordo com o responsável os benefícios alcançados pelo PGRCD, quando executados é a limpeza e organização do canteiro.

Na etapa de planejamento não houve dimensionamento de dispositivos de acondicionamento para a segregação do RCD, segundo o entrevistado à medida que a característica dos resíduos e necessidade de acondicionar adequadamente muda, seleciona-se locais, para o acondicionamento e segregação destes resíduos.

Não houve uma prévia caracterização dos resíduos que seriam gerados devido ao conhecimento sobre o assunto, resultante de experiência de obras anteriores executadas pela empresa.

No planejamento, foi verificada a possibilidade de aproveitamento dos resíduos tipo A para compor o aterro do pavimento térreo. O único material reutilizado no canteiro de obras é a madeira utilizada para fôrmas, enquanto estiver em bom estado, são utilizados para execução de lajes, vigas e pilares, até final da execução estrutural.

Os registros de controle de transporte de resíduos CTR são preenchidos corretamente no canteiro de obras e posteriormente arquivados no escritório da empresa.

- Conformidade com a Resolução 307

**Não geração de resíduos:** O objetivo prioritário da obra não está relacionado a não geração de resíduos, além de não haver ações direcionadas ao tema, os funcionários não são treinados e instruídos a reduzir a geração de resíduos.

**Minimização da geração de resíduos:** Há algumas práticas que ajudam a minimizar a geração de resíduos, por exemplo, a estocagem correta dos insumos. A Figura 2 mostra sacos de cimentos estocados em cima de pallets de modo a evitar o tombo e contato com a umidade dos materiais. A maneira de transportar os materiais nesta obra também contribui para esta redução de perdas por transporte (Figura 3).

Figura 2 – Estocagem dos materiais



Fonte próprio autor

Figura 3 – Transporte interno de materiais



Fonte: Próprio Autor

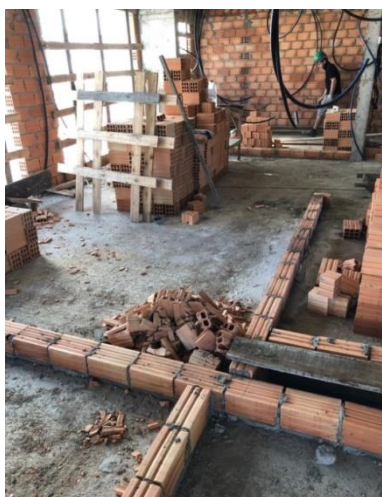
**Reciclagem e Reutilização:** Não há nenhum tipo de reciclagem no canteiro de obras, os únicos resíduos aproveitados é o tipo A para aterro, quando não se faz

mais necessário, os resíduos começam a ser transportado para a Área de Transbordo e Triagem ATT.

**Triagem:** A triagem dos resíduos na obra é realizada após o termino de cada atividade. Os resíduos tipo A e B, que são os mais gerados nesta fase da construção, não estão devidamente segregados.

**Acondicionamento inicial e final:** Os resíduos tipo A são acondicionados inicialmente em pilhas, próximas aos locais de geração, no respectivo pavimento (Figura 4). Posteriormente o servente, responsável pela limpeza da obra, que diariamente recolhe os resíduos transporta-os até a caçamba estacionária, localizada as margens da calçada, em frente ao empreendimento, (Figura 5).

Figura 4 – Acondicionamento inicial



Fonte: Próprio Autor

Figura 5 – Acondicionamento final de resíduos tipo A em uma caçamba estacionária.



Fonte: Próprio Autor

Os resíduos tipo B geralmente são coletados nos pavimento junto com os resíduos tipo A. O material é segregado e disposto em espaços seco de modo a viabilizar a reciclagem. Em alguns momentos os materiais como plástico, papelão são armazenados em sacos de lixo de 100 litros, sem identificação, dificultando a contribuição de outros funcionários na limpeza da obra.

O entrevistado relata que resíduos tipo B como sobras de aço de corte e dobra e madeira são acondicionados junto ao resíduo classe A, na caçamba estacionária. Desta maneira o destino de ambos é o mesmo.

**Transporte interno:** O transporte dos resíduos é feito por carrinho de mão e o transporte vertical é feito através do elevador de carga.

**Transporte e destinação final:** Os resíduos tipo A e B contidos na caçamba estacionária são retirados e transportados da obra para a ATT do município por caminhão poli guindaste. Segundo o responsável a empresa terceirizada que realiza o serviço não cobre o material para transportar.

Os resíduos tipo B segregados possuem destinações distintas, os materiais recicláveis como, plástico e papelão, por exemplo, são removidos pela coleta seletiva da cidade ou por catadores, que levam o material para cooperativas. A madeira que não possui mais condições de reutilização em alguns momentos é vendida para a Empresa B, que utiliza o material para a combustão dos fornos da olaria da própria empresa B.

Devido ao estágio em que a obra se encontra, não há utilização de materiais no canteiro de obras, cujo resíduo se encaixe nas classes C e D. Estes resíduos são comumente gerados na fase de acabamento.

### **5.2.2. Empresa B**

- Caracterização da obra

A obra em estudo da empresa B (Figura 6) está localizada na zona sul da cidade. A edificação se encontra na fase de estruturação e vedação O escoramento das lajes e vigas é feito com escoras metálicas.

O empreendimento residencial é constituído de uma torre de 12 pavimentos e está sendo construído pelo método convencional de estrutura em concreto armado, sendo a laje nervurada, e a alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos maciços, de 8 e 6 furos.



Figura 6 – Obra da empresa B



Fonte: Próprio autor

- Avaliação da gestão de resíduos

O empreendimento não busca certificado de gestão de qualidade. O gerenciamento é realizado pelo Arquiteto responsável que administra o empreendimento. O mesmo possui conhecimento sobre a resolução 307 do CONAMA.

O empreendimento dispõe de PGRCD, as evidências que o PGRCD está sendo implantado no canteiro pode ser observado pela preocupação em reduzir a geração de resíduos e o aproveitamento do mesmo fora do canteiro.

A empresa estuda a compra de duas paleteiras manuais para transportar horizontalmente os resíduos dentro do canteiro de obras, este novo método visa eficiência e agilidade na hora de segregar, acondicionar e transportar os RCD.

De acordo com o entrevistado, a deficiência encontrada para realizar o gerenciamento de resíduos no canteiro de obras é a incapacitação dos funcionários e ausência de dispositivos de acondicionamento. Segundo ele a introdução de reuniões periódicas auxiliaria positivamente neste aspecto.

Os benefícios alcançados pela gestão de resíduos é a limpeza do canteiro, que conseqüentemente reduz o número de acidentes no trabalho e a redução de custos de transporte para remoção dos resíduos.

Na etapa de planejamento não houve dimensionamento dos dispositivos de acondicionamento, para a segregação do RCD, não foi realizada uma prévia

caracterização dos resíduos que seriam gerados no empreendimento, como dito anteriormente a empresa se baseia na experiência de obras anteriores.

A empresa B, além de atuar no mercado da construção civil, também possui uma olaria no Município de Maquiné – RS onde são industrializados os tijolos utilizados neste empreendimento, maciços, de seis, oito e nove furos. Além da demanda dos empreendimentos da empresa, a cerâmica é comercializada em para outras obras do município e região. A matéria prima utilizada para a produção das peças cerâmicas é extraída na própria propriedade da empresa, em Maquiné.

Segundo o responsável foi planejado que 100% dos resíduos classe A gerado no canteiro de obra, serão transportados para os locais degradados pela extração do barro durante anos, ou seja, os resíduos serão aproveitados como aterro. Resíduos tipo B como papel e madeira que não serve mais para reutilização são transportados para a olaria, e utilizados para combustão na fabricação dos tijolos.

A empresa não possui os registros de transporte de resíduos, pois o transporte é realizado por caminhões basculantes da própria olaria.

- Conformidades com a resolução 307

**Não geração de resíduos:** De acordo com o responsável, todos os funcionários que entram na empresa passam por uma reunião onde é abordados assuntos sobre a redução de perdas dos materiais e sobre a importância da segregação destes materiais para a empresa e para o futuro destino. Porém não foi evidenciado práticas que objetivam a não geração de resíduos.

**Minimização da geração de resíduos:** Foi observado no canteiro de obras algumas práticas de redução de resíduos. As Figuras 7 e 8 mostram os materiais estocados sobre prateleiras e pallets em ambientes secos.

Figura 7 – Estocagem dos materiais



Fonte: Próprio Autor

Figura 8 – Estocagem dos materiais



Fonte: Próprio Autor

**Reciclagem e Reutilização:** Dentro do canteiro de obras não há práticas ou projeto de reciclagem e reutilização dos resíduos. Porém, conforme citado anteriormente, os resíduos tipo A são aproveitados como aterro no local de extração da argila. Salienta-se que o material não passa por tratamento, neste caso, a segregação na fonte torna-se indispensável para que não ocorra contaminação do solo.

**Triagem:** A triagem do material no canteiro não é realizada como deveria. A Figura 9 mostra a presença de materiais do tipo B junto ao tipo A, o que representa que o processo não ainda não está em níveis satisfatório para o devido fim.

Figura 9 – Mistura de diferentes tipos de resíduos



Fonte: Próprio Autor

**Acondicionamento inicial e final:** Os resíduos tipo A são recolhidos constantemente pelos funcionários próximos aos locais de geração, em seus respectivos pavimentos. O material é acondicionado inicialmente dentro de carrinhos de mão e posteriormente é destinado ao pavimento garagem.

Os resíduos tipo A são acondicionados em um espaço na parte frontal do edifício (Figura 10), desta maneira, toda a vez que solicita a retirada do material, um caminhão basculante entra no canteiro e estaciona de ré, em baixo da laje onde esta o resíduo, posteriormente funcionários transferem este material manualmente para a caçamba.

Não há dispositivos de acondicionamento inicial para os resíduos tipo B. Os mesmos são coletados nos pavimentos em que foram gerados e posteriormente são armazenados no pavimento garagem, próximos ao resíduo tipo A. Plásticos e papeis ficam protegidos por sacos de lixo de 200 litros (Figura 11).

Figura 10 – Acondicionamento final para resíduos tipo A



Fonte: Próprio Autor

Figura 11 – Acondicionamento final para resíduos tipo B



Fonte: Próprio Autor

**Transporte interno:** Os resíduos são transportados verticalmente através de elevador de carga até o pavimento garagem, o transporte horizontal é feito através de carrinho de mão.

**Transporte e destinação final:** Conforme citado anteriormente, os resíduos tipo A são destinados a áreas degradada pela extração do barro. Segundo o

responsável, este material é transportado legalmente coberto por uma lona, e depositado diretamente nos locais degradados.

Os resíduos tipo B, tais como madeira e papelão são destinados aos fornos da olaria para queima. Os resíduos inviáveis para este processo são coletados por catadores de materiais recicláveis ou pela coleta seletiva. A madeira imprópria para reutilização, assim como os papelões, recebem o mesmo destino resíduos tipo A

De acordo com o responsável, além da madeira residual do próprio empreendimento, a empresa compra madeira descartada por outras empresas de Capão da Canoa, com o propósito de utilizar o resíduo com para a finalidade.

Segundo o entrevistado não há utilização de materiais no momento cujos resíduos se encaixe como classe C ou D. Isto acontece devido a fase em que a obra se encontra.

### **5.2.3. Empresa C**

- Caracterização da obra

A obra localizada na região norte da cidade, está com 100% da estrutura executada e alvenaria parcialmente concluída, porém internamente há a execução de diversas atividades, incluindo a aplicação de emboço, gesso, revestimento cerâmico, etc.

O edifício residencial é constituído por uma torre de 12 pavimentos (Figura 12), sendo dois deles garagem, onde se encontra os locais de armazenamento de materiais. O edifício está sendo construído pelo método convencional de estruturas em concreto armado, sendo a laje maciça, alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos maciços e de 6 furos e blocos de concreto em torno da escada.

Figura 12 – Obra da Empresa C



Fonte: Próprio Autor

- Avaliação da gestão de resíduos

A empresa C não busca certificado de gestão de qualidade. A responsabilidade pelo gerenciamento do RCD no canteiro é do entrevistado técnico em edificações, o mesmo não possui conhecimento sobre a resolução 307 do CONAMA.

O empreendimento possui PGRCD, porém o documento não se encontra disponível para análise. Há evidências que o PGRCD está sendo implantado na obra, porém de maneira insatisfatória conforme registros do canteiro de obras. A empresa não realiza treinamento e reuniões aos funcionários sobre assuntos relacionados a temática de RCD.

De acordo com o entrevistado, a dificuldade para gerenciar os resíduos no canteiro se encontra no desconhecimento dos funcionários sobre assuntos relacionados a resíduos.

O principal benefício alcançado pela empresa está relacionado a redução de gasto com transporte de resíduos tipo A, pois os mesmos são mantidos na obra para aproveitamento.

Na etapa de planejamento não houve dimensionamento dos dispositivos de acondicionamento, para a segregação do RCD. Não foi realizada uma prévia caracterização dos resíduos que seriam gerados no empreendimento,

No planejamento, foi verificada a possibilidade de aproveitamento dos resíduos tipo A para compor a aterro do pavimento térreo. Desta maneira, todos os

resíduos oriundos do empreendimento permanecem do canteiro. Este acondicionamento é feito de maneira inadequada, pois o material fica propício a mistura com outros tipos de resíduos, além de ocupar grande espaço do canteiro, conforme mostra a Figura 13.

Figura 13 – Acondicionamento final inadequado



Fonte: Próprio Autor

A empresa não possui registros de transporte de resíduos. Conforme citado anteriormente, os resíduos tipo A são mantidos na obra para reutilização como aterro no pavimento térreo.

- Conformidade com a resolução 307

**Não geração de resíduos:** Nesta empresa não há objetivos relacionados a não geração de resíduos. Os funcionários não recebem treinamentos relacionados a redução de geração de resíduos, a estocagem dos materiais é feito de maneira insatisfatória conforme mostra a Figura 14.



Figura 14 – Estocagem inadequada de materiais



Fonte: Próprio Autor

**Minimização da geração de resíduos:** Não foi identificadas práticas de redução de geração de resíduos no empreendimento além de poucos materiais estocados corretamente, sobre pallets.

**Reciclagem e Reutilização:** Não há nenhum tipo de reciclagem no canteiro de obras. Conforme citado anteriormente, o único resíduo aproveitado é do tipo A. Segundo o entrevistado será aproveitado apenas o volume necessário para aterrar o pavimento térreo.

**Triagem:** Pode-se dizer que neste empreendimento não há triagem dos resíduos gerados. Conforme a Figura 15 mostra, além do canteiro não ter locais próprios e identificados para acondicionar os resíduos é notável a mistura de todos os tipos de resíduos acondicionados em um mesmo local. A situação se repete em todos os pavimentos (Figura 16), onde os resíduos são deixados nos locais de origem, e permanecem acumulando-se com outros tipos de materiais.



Figura 15 – Ausência de triagem dos resíduos



Fonte: Próprio Autor

Figura 16 – Acondicionamento inicial inadequado



Fonte: Próprio Autor

**Acondicionamento inicial e final:** Os resíduos tipo A são mantidos na obra para serem aproveitados como aterro para o pavimento térreo, alguns lugares já foram parcialmente aterrados para reduzir o grande volume de resíduos contido no canteiro, conforme mostra a Figura 17. Notou-se que a retirada dos resíduos dos pavimentos superiores não possui uma periodicidade, segundo um funcionário da obra, entrevistado durante o levantamento de informações para o questionário 3, os resíduos ficam acumulados nos locais de geração durante semanas, até serem removidos, conforme mostra a Figura 18.

Figura 17 – Aproveitamento dos RCD como aterro



Fonte: Próprio Autor

Figura 18 – Acondicionamento inadequado



Fonte: Próprio Autor

Os resíduos tipo B não possuem dispositivos iniciais e finais específicos, nota-se através da Figura 19 que todos os resíduos tipo B são acondicionados no mesmo local, próximo aos resíduos tipo A. Este ambiente não possui qualquer tipo de cobertura, inviabilizando a reciclagem de resíduos como o papel, por exposição a umidade das chuvas e contato com outros resíduos.

Resíduos compostos por gesso recebem tratamento diferente, pois deve estar contido em dispositivos adequados manter a integridade dos resíduos para a reutilização, porém isto é realizado de maneira insatisfatória (Figura 20).

Figura 19 – Triagem inadequada



Fonte: Próprio Autor

Figura 20 – Acondicionamento final inadequado



Fonte: Próprio Autor

**Transporte interno:** O transporte dos resíduos é feito por carrinho de mão e O transporte vertical do resíduo é feito através do elevador de carga.

**Transporte e destinação final:** Os resíduos tipo A como citado anteriormente, permanecem na obra para aproveitamento. Possivelmente, após o aproveitamento, o restante dos resíduos será destinado a ATT do município.

Os resíduos tipo B casualmente são recolhidos da obra por catadores autônomos, os resíduos viáveis para reciclagem são destinados através dos catadores a cooperativas.

A empresa terceirizada que realiza o trabalho de execução do gesso é a mesma que recolhe o material para futura reutilização no processo de produção do material. Conforme a Figura 20 ilustra, o processo poderia ser feito de maneira mais adequada.

Apesar de a obra estar em fase mais avançadas em relação às anteriores, não foi encontrado nenhum tipo de resíduos tipo D no canteiro de obras. Observou-se através da figura 19, a presença de baldes vazios, porém não continha presença de óleo ou tinta.

#### 5.2.4. Empresa D

- Caracterização da Obra

A obra da empresa D está localizada no centro da cidade, A estrutura esta 100% e alvenaria predominantemente concluída. Na parte externa está sendo executada a instalação de aberturas em PVC e aplicação de pastilhas de revestimento na fachada, conforme mostra a Figura 21. Internamente os serviços predominantes são instalação de portas, aplicação de massa corrida, gesso, revestimento cerâmico e pintura. O término previsto para o empreendimento esta entre fevereiro e março de 2020.

O edifício de finalidade residencial é constituído por uma torre de 12 pavimentos, sendo dois deles garagem, O edifício foi construído pelo método convencional de estruturas em concreto armado, sendo a laje nervurada, e a alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos maciços, de 6, 8 e 9 furos e blocos de concreto em torno da escada.

Figura 21 – Obra da Empresa D



Fonte: Próprio Autor

- Avaliação da gestão de resíduos

O empreendimento não busca certificados de qualidade, porém, o gerenciamento dos RCD recebe grande atenção. O gerenciamento dos resíduos é realizado pelo mestre de obras entrevistado, que não possui conhecimento sobre a resolução 307 do CONAMA.

O empreendimento possui PGRCD, as evidências que o mesmo está sendo implantado podem ser vistas nitidamente pela organização e limpeza do canteiro de obras. De acordo com o entrevistado os funcionários participam periodicamente de palestras relacionadas à redução de resíduos e preservação do meio ambiente.

Segundo o entrevistado não há dificuldades relevantes para manter o gerenciamento de resíduos, uma vez que os funcionários recebem treinamentos e já atuam há algum tempo na empresa, portanto já sabem os procedimentos da empresa.

Os benefícios alcançados pelo gerenciamento são a limpeza e organização do canteiro, muito importante para a imagem da empresa perante os clientes que vão até o empreendimento visita-lo.

Na etapa de planejamento não houve dimensionamento dos dispositivos de acondicionamento, porém houve a prévia caracterização dos resíduos que seriam gerados com base nisto, foi definido locais de acondicionamento final dentro do canteiro de obra. Não houve nenhum aproveitamento de RCD relevante no empreendimento.

Segundo o entrevistado a empresa possui registros de transporte de resíduos, preenchidos corretamente, entretanto os documentos não permanecem no canteiro de obras.

- Conformidades com a resolução

**Não geração de resíduos:** A empresa segue as diretrizes para a não geração de resíduos. Promove conscientização dos funcionários, incentivando-os a não gerarem resíduos, além de obter excelente layout de canteiro.

**Minimização da geração de resíduos:** Foram observadas neste empreendimento inúmeras práticas de redução de resíduos, sendo o mais interessante delas, a organização da estocagem dos materiais. Conforme mostra a Figura 22, todos os materiais são armazenados em ambientes secos, sobre pallets, de forma organizada. Neutralizando as perdas de estoque.



Outra ação significativa é o armazenamento dos recortes cerâmicos, que são mantidos no canteiro para aproveitamento, esta pratica além de reduzir o volume de resíduos tipo A afeta positivamente na economia da empresa (Figura 23).

Figura 22 – Estocagem dos materiais



Fonte: Próprio Autor

Figura 23 – Aproveitamento de resíduos



Fonte: Próprio Autor

**Reciclagem e Reutilização:** Não há reciclagem de resíduos no canteiro de obras, foram armazenados recortes de revestimento cerâmicos para possível aproveitamento. As madeiras utilizadas para forma, enquanto estiverem em bom estado, são reutilizadas para o mesmo processo.

**Triagem:** A triagem dos resíduos neste empreendimento é realizada de maneira eficiente. Os resíduos são segregados corretamente na origem e acondicionados em ambientes secos, viabilizando a reciclagem.

**Acondicionamento inicial e final:** Segundo o responsável, os resíduos tipo A são retirados do local de geração após o termino de qualquer serviço, o mesmo deve ser acondicionado inicialmente em carrinhos de mão ou recipientes de argamassa de plásticos (Figura 24) que estão localizados nos pavimentos em que esta sendo gerado este tipo de resíduos.

O acondicionamento final dos resíduos tipo A é feito em caçamba estacionaria. O dispositivo está locado dentro do canteiro, conforme mostra a Figura 25,

Os resíduos tipo B tais em geral são segregados e acondicionados dentro de sacos plásticos nos pavimentos de origem e são deixados próximo ao elevador de

carga (Figura 26), posteriormente são acondicionados em baias ou bags totalmente protegidas (Figura 27).

Embalagens de tinta são segregadas dos demais resíduos e são mantidos em ambientes fechados, pois o material é retornado ao fornecedor através da logística reversa (Figura 28)

Figura 24 – Acondicionamento inicial para resíduos tipo A



Fonte: Próprio Autor

Figura 25 – Acondicionamento final para resíduos tipo A



Fonte: Próprio Autor

Figura 26 – Acondicionamento inicial para resíduos tipo B



Fonte: Próprio Autor

Figura 27 – Acondicionamento final para resíduos tipo B



Fonte: Próprio Autor

Figura 28 – Acondicionamento de latas de tinta



Fonte: Próprio Autor

**Transporte interno:** Os resíduos tipo A quando depositados no recipiente de argamassa, são recolhidos e transportados até caçamba estacionária com auxílio de uma paleteira manual. O mesmo pode ser feito diretamente com os carrinhos de mão. O transporte vertical é realizado através do elevador de carga.

**Transporte e destinação final:** A retirada dos resíduos tipo A do canteiro é feita por caminhão poli guindaste por empresas terceirizadas, o destino final do material é a ATT do município.

Os resíduos tipo B recebem diferentes destinações finais. Resíduos como plástico, alumínio e papelão são destinados à cooperativa do município, o material é recolhido semanalmente do canteiro através da coleta seletiva. A madeira residual também vai para a ATT, porém o resíduo é transportado da mesma forma que os resíduos tipo A.

O gesso utilizado no empreendimento é removido pela mesma empresa que fornece o material, O resíduo é retornado a fábrica e utilizado para o mesmo processo de fabricação.

Segundo o entrevistado, os baldes de tinta, sempre que possível são pedidos em embalagens plásticas de forma a facilitar a reciclagem, a empresa dá preferência a fornecedores que praticam a logística reversa a fim de dar o correto destino ao resíduo.

Durante a pesquisa não foi registrado resíduos classe D. Segundo o entrevistado, as equipes de pintura são orientadas a não descartar tintas ou

solventes no canteiro de obras, toda sobra deste material deve ser armazenada em latas devidamente fechadas para utilização futura.

### 5.2.5. Empresa E

- Caracterização da obra

A obra está localizada na zona norte, na divisa com o município vizinho Xangri-Lá. A estrutura da edificação está 100% concluída, sendo que na etapa de alvenaria restam alguns retrabalhos. Na parte externa o revestimento da fachada está em fase final e já estão sendo executadas as instalações de aberturas, como pode ser observado na Figura 29. Internamente acontecem diversos tipos de serviço, entre eles aplicação de emboço, gesso, instalações elétricas e colocação de revestimentos cerâmicos.

A edificação constituída de uma torre de 12 pavimentos possui finalidade residencial, o primeiro pavimento com pé direito duplo é composto por peças comerciais e garagem. O método construtivo é estrutura de concreto armado, com laje maciça, e vedação com tijolos maciço e de 6 furos.

Figura 29 – Obra da empresa E



Fonte: Próprio Autor



- Avaliação da gestão de resíduos

O empreendimento não busca certificados de qualidade. O gerenciamento dos resíduos é realizado pelo mestre de obras que relata não ter conhecimento da resolução 307 do CONAMA.

O empreendimento possui PGRCD, as evidências podem ser notadas na maneira de acondicionar e triar os resíduos. Os funcionários não recebem treinamentos sobre temas relacionados a resíduos e meio ambiente.

A dificuldade encontrada pelo responsável para gerenciar os resíduos é a falta de dispositivos de acondicionamento inicial. De acordo com o entrevistado os funcionários da própria empresa possuem boa conduta mediante manejo dos resíduos, porém os terceirizados não. A Presença de bombonas incentivaria na hora de segregar o material.

Os benefícios obtidos pelo gerenciamento dos resíduos são limpeza do canteiro de obras e conscientização de estar contribuindo com o meio ambiente.

Na etapa de planejamento houve o dimensionamento dos dispositivos de acondicionamento final, no pavimento térreo. Não houve neste empreendimento uma breve caracterização dos resíduos que seriam gerados, segundo o entrevistado.

Não houve planejamento de aproveitamento de RCD relevante no empreendimento. Recortes de revestimento cerâmicos são mantidos e reaproveitados para a mesma finalidade no canteiro as madeiras as madeiras utilizadas para fôrmas são reutilizadas quando mantidas em bom estado.

Segundo o entrevistado a empresa possui os registros de transporte de resíduos, preenchidos corretamente.

- Conformidades com a resolução 307

**Não geração de resíduos:** O objetivo prioritário da obra não está relacionado a não geração de resíduos, além de não haver ações direcionadas ao tema, os funcionários não são treinados e instruídos a reduzir a geração de resíduos.

**Minimização da geração de resíduos:** Neste empreendimento foram registradas algumas práticas de redução de resíduos, como por exemplo, o armazenamento de recortes cerâmicos para reutilização, como mostra a Figura 30. Por outro lado foi observada a estocagem de materiais de construção de forma

inadequada, perto de locais úmidos, que acarretariam em perdas por estoque (Figura 31).

Figura 30 – Aproveitamento de resíduos



Fonte: Próprio Autor

Figura 31 – Estocagem inadequada



Fonte: Próprio Autor

**Reciclagem e Reutilização:** Não há reciclagem de resíduos no canteiro de obras. Há apenas o aproveitamento dos recortes cerâmicos e de placas de gesso, para execuções futuras no empreendimento.

**Triagem:** A triagem ocorre adequadamente apenas para alguns resíduos neste empreendimento. Como pode ser observada na Figura 32, a mistura de resíduos de classes diferentes nos pontos de geração, inviabilizando o reaproveitamento do gesso (tipo B) e a disposição final da argamassa (tipo A).

Figura 32 – Ausência de triagem dos resíduos



Fonte: Próprio Autor

**Acondicionamento inicial e final:** O resíduo tipo A são acondicionados inicialmente em pilhas, próximas aos locais de geração, posteriormente é acondicionado no pavimento térreo, dentro de baias de madeira sobre pallets, conforme mostra a figura 33.

Os resíduos tipo B estão sendo acondicionado inicialmente de maneira irregular, nos pavimentos de geração não há presença de bombonas para a correta triagem, O acondicionamento final no canteiro de obra é feito de maneira correta para alguns resíduo.

Resíduos plásticos e papel são acondicionados em sacos plásticos e rafia, corretamente segregado (Figura 34). O gesso e a madeira são acondicionados de maneira irregular, conforme figura 35.

Figura 33 – Ac. final para resíduos tipo A      Figura 34 – Ac. final para resíduos tipo B



Fonte: Próprio Autor



Fonte: Próprio Autor

Figura 35 – Acondicionamento final inadequado para resíduos de gesso e madeira



Fonte: Próprio Autor

**Transporte interno:** O transporte horizontal dos resíduos é feito com carrinhos de mão, verticalmente o transporte é feito através do elevador de cargas,

**Transporte e destinação final;** A retirada do resíduo tipo A da obra é realizada com caminhão basculante por empresa terceirizada. O material é destinado à ATT do município.

Os resíduos tipo B possuem diferentes destinações finais. Os resíduos como plásticos, papel, madeira e PVC são recolhidos e destinados à cooperativas de reciclagem, localizada no município. O gesso é recolhido pela mesma empresa que fornece executa a aplicação do gesso na obra.

Não foi constatada a presença de resíduos tipo C e D durante a pesquisa. Conforme o observado não havia atividades envolvendo tintas ou qualquer outro material que gera resíduos perigosos.

#### **5.2.6. Empresa F**

A obra está localizada no centro da cidade, a estrutura e vedação da edificação estão 100% concluída, Na parte externa esta sendo executada a aplicação de revestimento em pastilhas, como pode ser observado na Figura 36, internamente há a execução de serviços como aplicação de cal finado, instalações elétrica e de gesso.

A edificação constituída de uma torre de 12 pavimentos possui finalidade residencial, o primeiro pavimento com pé direito duplo é composto por peças comerciais e garagem. o segundo pavimento é destinado a garagem. O método construtivo é estrutura de concreto armado, com laje nervurada, e vedação com tijolos maciço e de 6 furos e 8 furos, além de blocos de concreto em torno da escada.

Figura 36 – Obra da empresa F



Fonte: Próprio Autor

- Avaliação da gestão de resíduos

O empreendimento não busca certificados de qualidade. O gerenciamento geral da obra e o gerenciamento dos resíduos são feitos pelo proprietário entrevistado, que relata não ter conhecimento da resolução 307.

O empreendimento possui PGRCD, as evidências podem ser observadas pela segregação dos resíduos e limpeza da obra. Os funcionários não recebem treinamento e reuniões abordando assuntos relacionados a resíduos, porém, recebem orientações do responsável para que as boas práticas sejam realizadas.

Segundo o entrevistado, o gerenciamento é dificultado pela falta de conscientização e treinamento dos funcionários que muitas vezes não possuem as noções básicas sobre os resíduos. O problema poderia ser reduzido através de treinamentos e palestras relacionados ao tema.

Os benefícios alcançados pela empresa com o gerenciamento de resíduos são limpeza, organização do canteiro e redução de gastos de transporte.

Na etapa de planejamento não houve o dimensionamento de dispositivos de acondicionamento dos resíduos gerados. Não houve breve caracterização dos resíduos que seriam produzidos. A empresa também não planejou a reciclagem e reutilização de qualquer resíduo que seria gerado no canteiro.

A empresa possui os registros de transporte de resíduos, preenchidos corretamente, entretanto, não foi possível ter acesso aos documentos.



- Conformidades com a resolução 307

**Não geração de resíduos:** Não há políticas de não geração de resíduos no canteiro de obra, além de não haver ações direcionadas ao tema, os funcionários não são treinados e instruídos a reduzir a geração de resíduos.

**Minimização da geração de resíduos:** Neste empreendimento foram registradas algumas práticas de redução de resíduos. O transporte horizontal de materiais é feito com auxílio de paleteira manual, reduzindo o risco de perdas por transporte (Figura 37).

O armazenamento dos materiais é feito de maneira regular, apenas alguns materiais sobre pallets em lugares parcialmente coberto, como pode ser observado na Figura 38.

Figura 37 – Dispositivo de transporte



Fonte: Próprio Autor

Figura 38 – Estocagem dos materiais



Fonte: Próprio Autor

**Reciclagem e Reutilização:** Não há reciclagem de resíduos dentro do canteiro de obras, apenas as madeiras que permanecem em bom estado são reutilizadas na obra.

**Triagem:** A triagem dos resíduos é realizada de maneira regular neste empreendimento. No dia da avaliação não foi encontrado nenhum tipo de resíduo dos pavimentos tipo. No acondicionamento final se observou a segregação parcial dos resíduos tipo A e B.

Não foi encontrado no canteiro de obras contêineres de resíduos devidamente identificados. Segundo o entrevistado os resíduos são mantidos no local de geração e recolhido pelos serventes após o termino do serviço.

**Acondicionamento inicial e final:** Os resíduos tipo A são acondicionados inicialmente em montes próximos ao local de geração. Para o acondicionamento final, foram encontrados resíduos nos pavimentos térreos e garagem, como mostra a Figura 39.

Não há dispositivos de acondicionamento inicial e final para os resíduos tipo B. Os mesmos são dispostos em áreas aleatórias dentro de sacos rafia e recipientes de argamassa, conforme ilustra a Figura 40. O gesso é contido em sacos plásticos (Figura 41).

Figura 39 – Acondicionamento final para resíduos tipo A



Fonte: Próprio Autor

Figura 40 – Acondicionamento final para resíduos tipo B



Fonte: Próprio Autor

Figura 41 – Acondicionamento final para resíduos tipo B (Gesso)



Fonte: Próprio Autor

**Transporte interno:** O transporte horizontal destes materiais é realizado com carrinhos de mão ou através de um tanque, que é posicionado em cima de um pallet e movido pela paleteira manual. O transporte vertical é realizado através do elevador de cargas.

**Transporte e destinação final:** Os resíduos tipo A são removidos periodicamente por empresa terceirizada que transportam o material para a ATT do município. a remoção é feita por caminhões basculante, que se posicionam em baixo da laje onde esta acondicionado o resíduo, para serem carregados manualmente.

Os resíduos recicláveis como, plástico e papelão, são removidos pela coleta seletiva da cidade ou por catadores e são destinados a cooperativas de reciclagem,

A madeira quando não possui mais características para ser utilizadas é direcionada a ATT da mesma forma que os resíduos tipo A.

O gesso é coletado pela mesma empresa fornece o material e deve estar totalmente segregado. Segundo o entrevistado o material é reutilizado na fabricação de novos produtos.

Não há utilização de materiais no canteiro de obras, cujo resíduo se encaixe nas classes C e D.



### 5.3. ETAPA 5

Na sequência, indicam-se as comparações realizadas entre os resultados obtidos pela avaliação da gestão dos resíduos e conformidades com a resolução 307 do CONAMA, para cada empresa, em suas respectivas obras.

#### **5.3.1. Comparativo entre as características das obras**

As obras participantes do estudo possuem diversas características em comum, uma delas está voltada ao dimensionamento estrutural e a arquitetura edificações atuais. Segundo o plano diretor do município no artigo 20 da lei 1365/99, está estabelecido que os edifícios construídos em zonas comerciais devem ter:

- Testada mínima do lote igual a 10 metros;
- Altura máxima de 39 metros, medida entre o piso do térreo e o forro da cobertura;
- No máximo, o térreo e mais onze pavimentos.

Com base nestes dados, se observou que as empresas procuram estar no limite das exigências, por motivos de aproveitamento do espaço e conseqüentemente do lucro do empreendimento.

Por este motivo grande parte dos empreendimentos executadas após esta lei, possuem o mesmo modelo construtivo, sendo o térreo, em alguns casos com pé direito duplo, constituído de garagem ou peças comerciais e garagem e o segundo pavimento utilizado apenas para garagem. O restante dos pavimentos fica destinado aos apartamentos.

Outra característica comum entre todas as obras estudadas é o sistema construtivo das edificações. 100% das empresas utilizam o método convencional de construção, sendo o sistema estrutural composto por concreto armado e vedação em tijolos cerâmicos de variadas dimensões. Isto se dá devido à inviabilidade de utilizar outros métodos de construção na região.

As características dos resíduos variam de acordo com a fase da obra. Em todos os canteiros de obra pesquisados foram encontrados os mesmos tipos de

materiais utilizados para compor a edificação, o quadro 10 relaciona os insumos encontrados no canteiro referente à fase de construção.

Quadro 10 – Materiais utilizados por fase da obra

| <b>Fase da edificação</b> | <b>Materiais usados</b>   |
|---------------------------|---|
| Estrutura e Vedação       | Areia, Brita, Cimento, madeira, aço, tijolos.   |
| Acabamento                | Areia, Brita, Cimento, madeira, gesso, cal hidratada, PVC, cobre, alumínio, revestimento cerâmico, etc. |

Fonte: Próprio Autor

A utilização de estrutura de aço é inviável porque além do material ser apenas fabricado na região metropolitana, a uma distância considerável do município, o que acarretaria em gastos com transporte, a proximidade com o mar proporciona um ambiente extremamente agressivo para o material, o que propicia ataques corrosivos ao aço.

A alvenaria portante, composta por blocos de concreto é inviável pela necessidade, em diversos casos, de alteração no projeto de alguns apartamentos, devido a exigências de clientes após a venda destas unidades. A alvenaria estrutural possui vantagens interessantes como a rapidez e facilidade de construção, além de reduzir consideravelmente o desperdício de materiais, porém, qualquer alteração exigida pelo cliente, envolvendo as paredes acarretaria em modificação do projeto estrutural. A inibição de alterações no projeto afeta negativamente nas vendas das unidades.

Outro sistema que poderia se cogitar é de paredes de concreto, porém este também inviabiliza modificações depois de instalada as paredes. Este sistema é mais utilizado em obras de habitação social ou em construções de larga escala, onde se visa agilidade de execução e alta produtividade.

Este material possui baixo isolamento térmico e acústico, requisitos indispensáveis para imóveis de médio e alto padrão destinados ao lazer dos

usuários. Além disso, a infraestrutura das ruas e o layout do canteiro não beneficiam a execução devido a falta de espaço tanto fora quanto dentro do canteiro.

Contudo, conclui-se que o método convencional é o mais empregado devido à facilidade de encontrar mão de obra e materiais na região e principalmente realizar reformas e alteração no projeto arquitetônico dos apartamentos sem afetar a estrutura da edificação.

Por outro lado, este sistema quando mal administrado, pode influenciar nos custos da obra, no tempo de entrega e aumenta significativamente a geração de resíduos devido a mão de obra desqualificada, alteração de projeto e materiais de baixa qualidade.

### **5.3.2. Comparativo entre as avaliações de gestão de RCD**

- Certificados ambientais

Segundo o estudo, 100% dos empreendimentos não buscam certificados ambientais e não possuem sistemas de gerenciamento. Em algumas empresas foi verificada medidas sustentáveis, como a busca pela redução de resíduos e reaproveitamento do mesmo. Entretanto a inserção do conceito sustentabilidade esta muito longe de ser realidade.

Segundo Araújo (2016), construção sustentável esta relacionada com às atividades construtivas, ou seja deve haver a responsabilidade de empregar os princípios ecológicos utilização eficiente de recursos. Para que isto ocorra é necessário que os engenheiros civis estejam capacitados para projetar e gerenciar empreendimentos sustentáveis.

A inserção de materiais e ações sustentáveis requer mão de obra diferenciada e custos acima do convencional, Este custo extra, pode ser compensado com a redução de desperdício de material e energia além de contribuir para a minimização da degradação do meio ambiente.

Um sistema de gestão ambiental pode ampliar a imagem de uma empresa construtora tendo em vista que esta indústria gera grandes impactos ambientais, além de atrair clientes que estão preocupados com o meio ambiente.

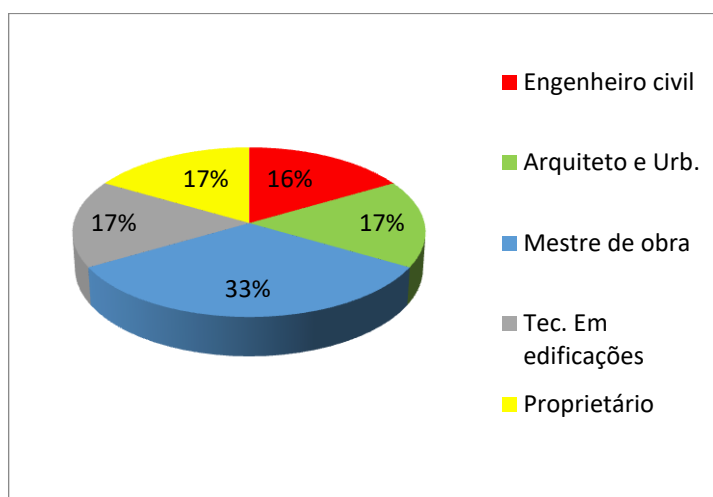
Em sua pesquisa, Araújo (2016) relata que 89% da amostra de possíveis compradores da cidade de Curitiba-PR estariam dispostos à pagar um pouco a mais

por imóveis construídos com tecnologias sustentáveis, desde que atendessem os desempenhos requeridos pela norma.

- Responsáveis pelo gerenciamento

De acordo com os registros, se observou que o gerenciamento dos resíduos é realizado e fiscalizado por pessoas de diferentes cargos dentro das empresas entrevistadas. (Figura 42). As informações obtidas neste item avaliado podem ser obtidas como parâmetro para o município, uma vez que em algumas empresas os engenheiros e arquitetos raramente aparecem no canteiro de obras,

Figura 42 – Responsáveis pelo gerenciamento de RCD



Fonte: Próprio Autor

Dos entrevistados 33% afirmaram obter conhecimento pleno da resolução 307 do CONAMA, São eles os responsáveis que possuem formação superior em Engenharia e Arquitetura.

Com base nos dados foi observado que na maioria das obras o gerenciamento dos resíduos é de responsabilidade do mestre de obras. Isto acontece porque o mestre de obras é o único funcionário de confiança que está diariamente na obra.

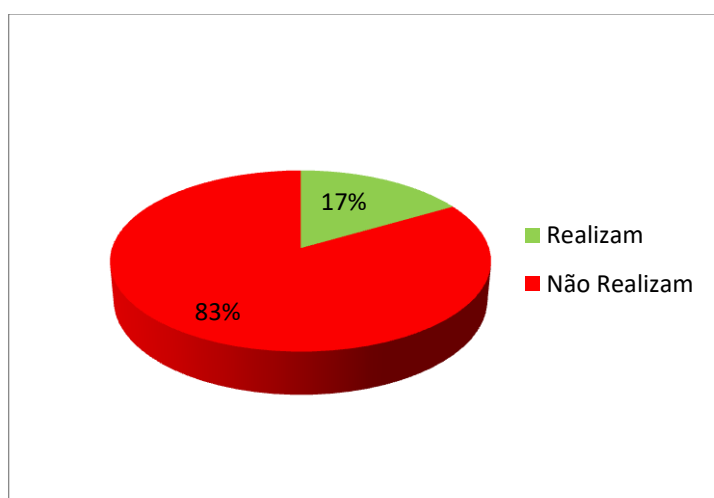
Esta responsabilidade é cabível a este cargo uma vez que a pessoa seja capacitada a gerenciar os resíduos. O mestre de obras é responsável por administrar as equipes de trabalho dentro do canteiro, além de ter noção do tudo que esta acontecendo, o mesmo tem autoridade e habilidade de conversar com seus

colaboradores, podendo facilmente orientá-los a reduzir a geração e realizar o manejo adequado dos resíduos.

- Treinamentos

Nas obras estudadas, se observou que apenas umas delas realizavam treinamentos periódicos sobre meio ambiente e resíduos da construção com os funcionários (Figura 43).

Figura 43 – Realização de treinamentos



Fonte: Próprio Autor

- Documentação

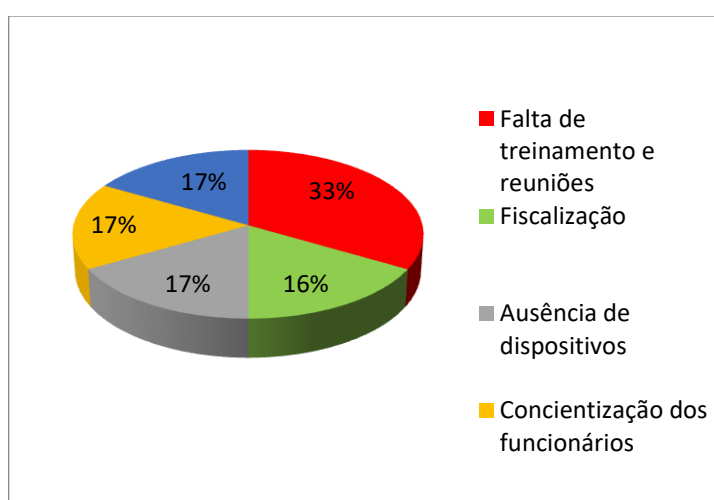
Foi constatado que todos os empreendimentos obtinham PGRCD, porém quando solicitado o documento pelo pesquisador, o mesmo não estava ao alcance, pois o documento não se encontrava no canteiro de obras. Dois dos entrevistados autorizaram o pesquisador a pedir o documento para a bióloga responsável pela elaboração do projeto, porém, ao entrar em contato com a mesma, não se obteve retorno.

Em relação ao CTR quando questionado a respeito os entrevistados relataram que o documento não permanece no canteiro de obras, porém, afirmam que o documento é corretamente preenchido.

- Dificuldades do gerenciamento de RCD

De acordo com as pesquisas a maior dificuldade encontrada no processo de gerenciamento dos resíduos está relacionada à falta de treinamento dos funcionários (Figura 44). O treinamento é muito importante para que o processo se desenvolva satisfatoriamente. Uma vez que os funcionários não saibam ao menos caracterizar o tipo de resíduos que estão gerando, não há como saberem o destino e os cuidados que devem ter ao manusear estes resíduos.

Figura 44 – Dificuldades encontradas para gerenciar os resíduos



Fonte: Próprio Autor

Conforme Silva (2015) a presença de containers facilita e estimula a segregação dos resíduos na fonte, o que retira a necessidade de segregação posterior. Desta maneira há um ganho de tempo na hora de acondicionar os resíduos dentro do canteiro e na hora de enviá-lo a sua destinação final.

Outra fração representada por 17% afirma que a dificuldade do gerenciamento de resíduos está na falta de conscientização dos funcionários. Fator que está diretamente ligado a falta de treinamento, pois através dele é possível conscientizar os colaboradores a reduzir e triar adequadamente seus resíduos.

- Planejamento

No que diz respeito ao planejamento da obra, 33% dos entrevistados relataram ter pré-dimensionado dispositivos de acondicionamento para a

segregação dos resíduos, outros 67% afirmam que não houve este dimensionamento. Este resultado retrata a realidade encontrada no canteiro de obra das empresas, onde a maioria delas não possuem locais próprios e adequados para os resíduos.

Notou-se que os locais de acondicionamento são escolhidos aleatoriamente entre o pavimento térreo e garagem, que conseqüentemente serão os últimos a ser acabados. Durante as visitas foram observados diversos resíduos acondicionados em locais propícios a ações do tempo e possível mistura de entre as classes.

A caracterização prévia dos resíduos que seriam gerados é realizada por 17% das empresas. Conforme citado neste trabalho, devido a fatores como agressividade ambiental e localização do município influenciam as empresas a utilizar os métodos mais convencionais de construção civil.

Com base no conhecimento dos materiais e na experiência das empresas entrevistadas que possuem mais de 10 anos de mercado, no planejamento da obra já é possível obter as informações sobre as características dos resíduos que serão gerados o longo da construção.

Foi observado que todas as obras são executadas com o sistema de laje em concreto armado, sendo 67% representada por lajes nervuradas, que implica numa redução considerável de utilização de madeira para fôrmas de laje, e conseqüentemente reduz a geração de resíduos e volume de transporte. 33% das empresas ainda usam o método de laje maciça.

Outro fator analisado durante as pesquisas é que as obras que se encontram em fase de estruturação utilizam escoras metálicas, também a utilização de madeiras. Ao questionar os responsáveis das obras que já estavam com 100% da estrutura concluída, também se teve unanimidade na utilização de escoras metálicas.

Esta alternativa é totalmente viável para as empresas, pois o material pode ser utilizado em todo processo construtivo da obra e posteriormente pode ser transferido para a próxima obra ou alugados em caso de não haver outra obra em execução pela empresa. Outro ponto é a redução de gastos com o transporte de resíduos, tendo em vista que anteriormente o processo era realizado com escoras de eucalipto.

### 5.3.3. Comparativo entre as conformidades com a resolução 307

Neste item está apresentado o quadro de resumo da pontuação de cada empresa conforme os critérios avaliados no questionário 3 (Quadro 11). Lembrando que a nota 1 é obtida quando o requisito avaliano não é atendido, nota 2 quanto o requisito é atendido parcialmente, nota 3 quando o requisito é atendido satisfatoriamente e NA quando o requisito avaliado não é aplicado. Quadro 11 – Pontuação das empresas

| Critérios de conformidade | Critérios | Empresas |    |    |    |    |    |
|---------------------------|-----------|----------|----|----|----|----|----|
|                           |           | A        | B  | C  | D  | E  | F  |
| Minimização               | 1         | 1        | 2  | 1  | 3  | 1  | 1  |
| Não geração               | 2         | 2        | 2  | 1  | 3  | 2  | 2  |
| Triagem                   | 3         | 2        | 2  | 1  | 3  | 2  | 2  |
| Triagem                   | 4         | 1        | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| Acondicionamento inicial  | 5         | 3        | 3  | 1  | 3  | 2  | 3  |
| Acondicionamento inicial  | 6         | 1        | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| Acondicionamento inicial  | 7         | NA       | NA | NA | NA | NA | NA |
| Acondicionamento inicial  | 8         | NA       | NA | NA | 3  | NA | NA |
| Transporte interno        | 9         | 3        | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| Acondicionamento final    | 10        | 3        | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  |
| Acondicionamento final    | 11        | 2        | 2  | 1  | 3  | 2  | 2  |
| Acondicionamento final    | 12        | NA       | NA | NA | NA | NA | NA |
| Reutilização              | 13        | 2        | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
| Reutilização              | 14        | 3        | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  |
| Transporte externo        | 15        | 2        | 3  | NA | 2  | 2  | 2  |
| Transporte externo        | 16        | NA       | NA | NA | NA | NA | NA |
| Transporte externo        | 17        | NA       | NA | NA | 3  | NA | NA |
| Destinação final          | 18        | 3        | 3  | NA | 3  | 3  | 3  |
| Destinação final          | 19        | 2        | 2  | 1  | 3  | 2  | 3  |
| Destinação final          | 20        | NA       | NA | 3  | 3  | 3  | 3  |
| Destinação final          | 21        | NA       | NA | NA | 3  | NA | NA |

Fonte: Próprio Autor



O Quadro 12 apresenta a soma das pontuações de cada empresa e seus respectivos percentuais de conformidade.

Quadro 12 – Somatório das pontuações o índice de conformidade

| Empresa                     | Somatória dos pontos | % de Aproveitamento |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| A                           | 30                   | 47,6                |
| B                           | 30                   | 47,6                |
| C                           | 20                   | 31,7                |
| D                           | 47                   | 74,6                |
| E                           | 31                   | 49,2                |
| F                           | 31                   | 49,2                |
| <b>Pontuação Máxima: 63</b> |                      |                     |

Fonte: Próprio Autor

A empresa D, obteve o melhor resultado da pesquisa, atendendo a 74,6% dos critérios avaliados. Parte deste resultado é mérito da organização do layout do canteiro, que possivelmente foi elaborado no planejamento do empreendimento. Outros fatores associados ao bom resultado foi o treinamento que os funcionários recebem e a disposição de dispositivos de acondicionamento adequados no canteiro de obras.

Em segunda posição, empatadas, as empresas E e F, onde o índice de conformidades foi de 49,2%. Observou-se que os critérios atendidos eram diferentes. A obra da empresa E continha alguns dispositivos de acondicionamento, porém a triagem não era realizada com eficiência. Na obra da empresa F o quadro era o oposto, o canteiro não continha locais e dispositivos de acondicionamento adequados para os resíduos, porém a triagem era realizada satisfatoriamente.

O empate entre as empresas A e B, pode ser relacionado com a fase que as obras se encontram. Notou-se nestas obras que o foco está voltado a produção, o que acarreta em maior volume de resíduos gerados.

Os pavimentos em que as equipes estão atuando são muito movimentados, desorganizados, com diversos materiais como escoras metálicas, madeira, tijolos, argamassas e carrinho de mão, dificultando o manejo dos resíduos. Portanto, é válido dizer que estes fatores podem ser a causa das menores notas (47,6%) destas duas empresas.

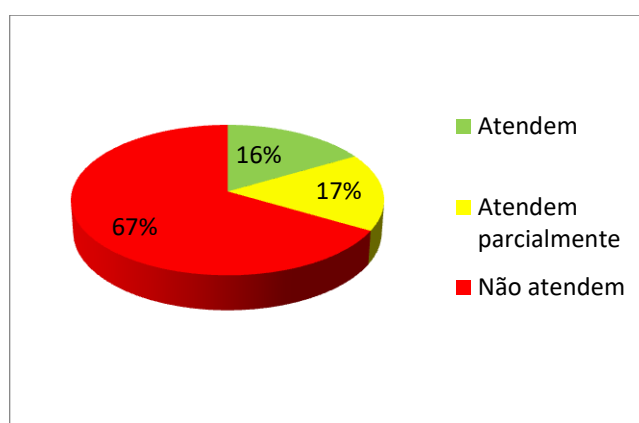
Nitidamente, desde o primeiro contato foi observado a ausência de interesse da empresa C em atender procedimentos requeridos pela resolução em relação a gestão dos resíduos. A falta de dispositivos de acondicionamento agregado com a falta de conhecimento do responsável técnico da obra e suas equipes retratam a pontuação alcançada pela empresa. Foi constatado durante a pesquisa grande quantidade de matérias desperdiçados que poderiam ter sido reutilizados, tais como recortes de revestimento cerâmico, madeiras em bom estado e também por estoque inadequado dos insumos. A pontuação final, a menor das 6 empresas, igual a 31,7% confirma estas observações.

- Não geração de resíduos

De acordo com os resultados obtidos na avaliação da conformidade das empresas com a resolução 307 do CONAMA, a maior parte das empresas não empregam políticas e diretrizes para a não geração de resíduos.

Apenas uma empresa atende parcialmente este critério da resolução. As empresas que não atendem a este requisito resultam em 67%, conforme apresenta o gráfico.

Figura 45 – Políticas de não geração de resíduos



Fonte: Próprio Autor

- Redução de geração de resíduos

De maneira geral não foram observadas ações diferenciadas para minimizar a geração de resíduos nos canteiros de obras visitados, exceto em uma empresa onde

se observou um bom layout do canteiro, treinamentos a funcionários e excelente armazenamento dos materiais.

Algumas obras se observaram maneiras interessantes de transportar materiais, evitando as perdas por transporte dentro do canteiro bem como o correto armazenamento dos materiais.

Foi constatado que devido à finalidade dos empreendimentos, há mudanças de projeto que são perdas inevitáveis. As empresas entrevistadas de maneira geral começam a obra com poucas unidades vendidas na planta. A fim de vender estes imóveis a empresa se propõe a fazer alterações no projeto das unidades que em alguns casos, já esta parcialmente executada. Essas alterações promovem grandes volumes de resíduos

As obras tanto visitadas como qualquer outro empreendimento no município utilizam praticamente toda a área do terreno. O que acarreta numa redução de espaço no interior do canteiro. Desta maneira o acúmulo de materiais e resíduos muitas vezes no mesmo pavimento, pode proporcionar acidentes e ou perdas de materiais.

- Reciclagem e Reutilização dos resíduos

Conforme a Resolução 307 do CONAMA reutilização é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo. De acordo com a pesquisa 50% das empresas entrevistada aproveitam os resíduos tipo A como aterro,

O processo de utilizar resíduos tipo A como aterro requer alguns cuidados, por exemplo, a empresa que utiliza o material para aterrar áreas degradadas pela extração de argila deve estar licenciada no órgão municipal para realizar este tipo de disposição final para o resíduo, além de manter o material inerte, sem presença de resíduos contaminantes.

Notou-se também a reutilização de madeiras e recortes de revestimentos cerâmicos, quando mantido a integridade do material. Esse procedimento reduz a geração de resíduos e necessidade de extração de matéria prima pra produção do mesmo.

- Triagem

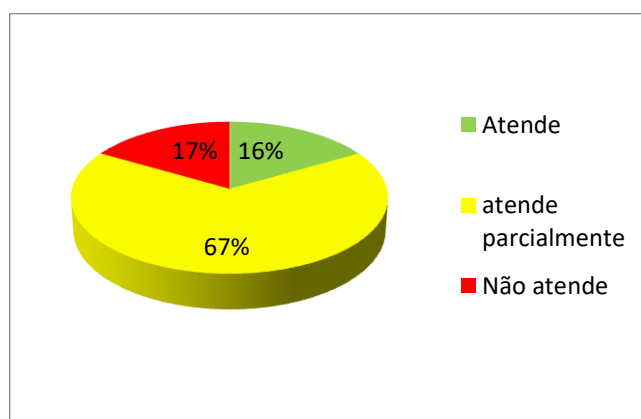
A triagem dos resíduos é atendida plenamente por apenas uma das empresas entrevistadas. Em outra empresa não foi constatado qualquer ação de segregação dos resíduos. O restante das empresas atende parcialmente este critério (Figura 46).

Durante a pesquisa foi observado à geração predominante de resíduos tipo A e B. Nas empresas onde este critério não foi plenamente atendido, notou-se que a segregação é realizada para alguns resíduos, tais como gesso, madeira, plástico e papelão, porém facilmente eram encontrados em pequena quantidade no acondicionamento final dos resíduos tipo A.

Pode-se afirmar que os resíduos mais levados a sério é o gesso. Isto porque o resíduo é considerado contaminante, e quando segregado de forma adequada, pode ser comercializado ou retornada a indústria do fabricante

O aço foi o resíduo menos encontrado durante a pesquisa, o alto valor comercial do material proporciona conscientização contra desperdício deste material por parte dos administradores, desta maneira os cortes são planejados e alinhados com a equipe de ferreiros de modo a minimizar ao máximo a geração deste resíduo. Foi constatado que este resíduo não é segregado e fica acondicionado junto aos resíduos tipo A.

Figura 46 – Realização da triagem dos resíduos



Fonte: Próprio Autor

- Acondicionamento inicial

O acondicionamento inicial de resíduos tipo A é realizado de maneira satisfatória em todos os empreendimentos pesquisados. O acondicionamento inicial é feito em montes próximo ao local de geração, posteriormente é recolhido destinado ao acondicionamento final.

Para os resíduos classe B obteve-se resultados negativos, ou seja, 100% das empresas não atendem este critério que sugere o uso de bombonas identificadas, forradas por sacos de ráfia para conter os resíduos nos pavimentos. Notou-se que os resíduos são acondicionados no chão, em alguns casos dentro de sacos plásticos próximos ao elevador, para serem transportados.

Devido as edificações encontradas na região serem de pequeno porte, isto proporciona que as empresas direcionem um funcionário para manter a limpeza da obra. O mesmo na maioria das vezes acaba segregando o resíduo após a execução de uma atividade direcionando os resíduos diretamente para o acondicionamento final.

- Transporte interno

O transporte interno dos resíduos é realizado de maneira satisfatória em todas as obras pesquisadas. Para o transporte horizontal se observou o uso de carrinhos de mão em todas as obras. Em algumas obras notou-se a utilização de recipientes de argamassa para armazenamento dos resíduos, este dispositivo é posicionado em cima de pallets e quando necessário é transportado com o auxílio de paleteira manual.

O transporte vertical dos resíduos é realizado com unanimidade através de elevadores de carga. Geralmente dentro de carrinhos de mão ou recipientes de argamassa.

- Acondicionamento Final

O acondicionamento final dos resíduos tipo A é realizado de maneira satisfatória pela metade das empresas entrevistadas, com armazenamento correto dos resíduos dentro de caçambas estacionárias ou baias devidamente cobertas.

Os resíduos classe B obtiveram desempenho fraco, pois não possuíram concordância como a resolução, que especifica que os resíduos devem estar contidos em bags ou sacos rafia devidamente identificados.

O gesso em especial é acondicionado de forma regular no canteiro de obra das empresas pesquisadas. O mesmo é acondicionado em sacos plásticos ou baias sinalizadas de modo a não se misturar com outro tipo de resíduo.

- Transporte externo

O transporte externo é realizado de maneira regular nos empreendimentos em estudo. Os resíduos tipo A são transportados por caminhão basculante ou poli guindaste quando armazenados em caçambas estacionárias. De acordo com a entrevista, em apenas uma empresa o resíduo é transportado coberto por lona, nas outras cinco, o transporte é realizado com os resíduos aparente, propiciando queda de fragmentos ao longo do transporte.

É necessário salientar que nesta pesquisa não foi possível ter acesso aos documentos de transporte e destinação das empresas, neste caso as informações descritas neste trabalho foram coletadas através da entrevista com o responsável.

Os resíduos tipo B quando acondicionado junto aos resíduos tipo A, são transportados da mesma maneira que o resíduo predominante. Nas obras em que ocorre a triagem dos materiais este transporte pode ocorrer através da coleta seletiva municipal, que destina o material a cooperativa de reciclagem.

Este transporte também ocorre com menor frequência através de catadores autônomos que recolhem na obra o resíduo passível de reciclagem para capitalização do mesmo.

- Destinação final

Conforme citado anteriormente os resíduos tipo A são destinados à ATT. Neste local é realizada a segregação total do resíduo para então dar a eles o destino correto. Os resíduos tipo A é destinado ao aterro de inertes do município, o material fica armazenado para futura reutilização. Os resíduos tipo B são armazenados de maneira a viabilizar a reciclagem futura.

Em alguns casos há mistura de resíduos tipo B com o classe A na caçamba estacionária, porém o resíduo classe B ao chegar na ATT, é triado e acondicionado para futura reciclagem.

Devido às limitações desta pesquisa, não é possível evidenciar que todas as informações obtidas através do mesmo são corretas. Em seu estudo, Silva (2016) afirma haver diferença entre o volume de resíduos transportado pelas empresas que coletam o resíduo e o volume depositado nas ATT. O autor ressalta que 77% dos resíduos coletados no município chegam a destinação final adequada.

#### **5.3.4. Proposição de melhorias**

A primeira mudança necessária para adquirir melhorias nos resultados da gestão de resíduos de uma empresa construtora é se enquadrar a todas as legislações pertinentes, começando pelo cumprimento dos procedimentos estabelecidos no próprio PGRCD. Este documento deve conter medidas de redução de geração de resíduos e orientações sobre o manejo dos resíduos, de forma a reduzir os custos de destinação.

Na etapa de planejamento é importante reforçar que é possível promover a redução de resíduos através de compatibilização de projetos, estruturais, elétricos, hidráulicos, arquitetônicos, evitando retrabalhos e perdas de processamento no canteiro.

Um layout de canteiro bem planejado é crucial para a redução da geração de resíduos. A disposição física dos materiais auxilia na comunicação em si e esta relacionada com as distancias a serem percorridas pelos funcionários, que devem ser facilitadas evitando longos percursos e obstáculos, a fim de reduzir as perdas por transporte e estoque.

A realização de treinamentos capacitando as equipes de trabalho a reduzir a geração de resíduos e realizar o correto manejo dos resíduos é fundamental para apresentar resultados positivos para a empresa em âmbito econômico, ambiental e social.

Conforme o quadro de resultados mostra, todas as empresas não atenderam aos requisitos 4 e 6 que diz respeito ao acondicionamento inicial dos resíduos tipo B. A presença de contêineres ou bombonas devidamente sinalizadas auxiliaria na conscientização e responsabilidade dos colaboradores em realizar a triagem dos

resíduos logo após a geração. Esta etapa é considerada a mais importante dentro do gerenciamento, pois se o critério é atendido, facilita o atendimento dos requisitos como acondicionamento final, transporte e destinação adequada.

O acondicionamento final dos resíduos necessita de melhorias em quase todas obras pesquisadas. A presença de caçamba estacionária ou baias é fundamental para que os resíduos permaneçam segregados e facilita a remoção da obra.

Os resíduos tipo B necessitam ser acondicionados devidamente para manter as características e serem reciclados ou reaproveitados. É necessário acondicioná-los em dispositivos compatíveis com o tipo e quantidade de resíduos devidamente identificados. Esta ação promove limpeza visual do canteiro.

A busca por mão de obra qualificada ou ações que promovem a qualificação de seus funcionários acarreta melhorias na execução das atividades, proporcionando aumentando a produção, redução no consumo de materiais e na geração de resíduos oriundos das correções de erros.

É necessário conscientizar os agentes transportadores de resíduos da importância de se cobrir os resíduos na hora de transportar o resíduo da obra para as ATT. Esta ação evita queda de fragmentos que causam sujeira e acidentes no percurso.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesquisa se observou que algumas empresas tentam a medida do possível, enquadrar-se à resolução 307 do CONAMA e atender as exigências do PGRCD. As alternativas para aproveitamento do grande volume de resíduos gerado pelo adensamento urbano são tão escassas na região que as autoridades municipais deveriam voltar suas atenções e atribuir legislações que façam valer as diretrizes e critérios estabelecidos na resolução 307.

O PGRCD não pode ser visto apenas como uma ferramenta de licenciamento do empreendimento. É preciso a conscientização dos responsáveis das empresas para que o mesmo seja aplicado com efetividade. Só desta maneira será possível alcançar os resultados esperados, minimizando os impactos decorrentes da alta geração de resíduos.

Esperava-se uma semelhança nos resultados devido à padronização das edificações na cidade, porém, o gerenciamento de resíduos nas empresas não segue esta padronização. Durante a pesquisa foram identificados diferentes graus de importância para com os resíduos em geral.

É possível afirmar que para obter resultados satisfatórios em um gerenciamento de resíduos existem pontos cruciais para serem planejados. O primeiro deles é o layout do canteiro, este aspecto agrega valor em diversos requisitos e fomenta a redução de perdas por estoque e transporte.

Ao planejar o layout deve-se considerar a logística que envolve o processo de construção, ou seja, é preciso prever além da área destinada ao armazenamento, a área de transporte e manuseio dos materiais dentro do canteiro, sejam eles no recebimento dos materiais ou no transporte do mesmo para execução das atividades.

Notou-se que a maioria das empresas relaciona o gerenciamento de resíduos com aumento do custo da edificação. Observou-se, por exemplo, que 50% das obras não possuíam caçamba estacionária no canteiro para acondicionamento do resíduo tipo A. Isto se dá devido ao custo do aluguel diário deste dispositivo, que é aproximadamente de 130 a 160 reais por dia, de acordo com pesquisas locais.

Conclui-se que a implementação de um sistema de qualidade na empresa seria uma ótima opção para alavancar a sustentabilidade das empresas. A inserção de treinamentos periódicos visando a qualificação dos colaboradores é uma

excelente alternativa tendo em vista possíveis melhoras na mão de obra, evitando retrabalhos e melhorando a produção. Uma qualidade melhor dos insumos também faz grande diferença.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. A.; DE SOUZA, A. F. M.; DE SOUZA, J. M. T.; DA SILVA, K. N. M.; CELESTINO, J. E. M. **Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil: Um Estudo de Caso na Obra do Prédio dos Laboratórios dos Cursos de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, Outubro, 2013

ARAÚJO, J. K. T.; XAVIER, M. A. P., SOBRINHO JR, A. ; ROCHA, R. A. S. da; CARVALHO, V. I. M. e RODRIGUES, R. M. (2016). **Avaliação de práticas sustentáveis nas construtoras brasileiras: uma revisão da literatura**. Revista InterScientia, 4(1), 46-52.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15112: resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem: diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004b

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes- Aterros Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2004f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2014. Disponível em <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>>. Acesso em: 26 de abril.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do Meio Ambiente, 2010.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará - SINDUSCON CE. 2011.

CAPÃO DA CANOA. **Plano Municipal de Saneamento Básico- PMSB**. Disponível em: <<http://www.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=7345&cdDiploma=7777?cd%20Municipio=7345&cdTipoDiploma=921>>. Acesso em: 13 de abril.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente – **Resolução nº 307 de 05 de julho de 2002** – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Diário oficial da União de 17 de julho de 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente – **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004** – Altera a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União de 17 de agosto de 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente – **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011** – Altera o art. 3 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União de 25 de maio de 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente – **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012** – Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União de 19 de janeiro de 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente – **Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015** – Altera a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União de 30 de julho de 2015.

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

FRIGO J. P.; SILVEIRA D.S. **Educação ambiental e construção civil: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR. Monografias Ambientais**. v. 9, n. 9, p. 1938-1952, 2012.

GAEDE, L. P. F. **Gestão dos resíduos da Construção Civil no Município de Vitória – ES e normas existentes**. Minas Gerais, 2008.

GIL, A. C., **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Ed. 6, São Paulo, Atlas, 1999.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?edicao=21368&t=resultados>>. Acessado em 21 de abril.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Estimativa da população brasileira para estados e municípios**, 2019.

JOHN, V. M. e AGOPYAN, V. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000 102p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

KARPINSK, L. A., *et al.* **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental.** EDIPUCRS, 2009. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/gestaoderesiduos.pdf>>. Acessado em: 27 de março de 2019.

LIMA, R. S. e LIMA, R. R. R. 2009. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** Série de publicações temáticas do CREA-PR. 2009.

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: redução, reutilização e reciclagem.** Salvador: SENAI-BA, 2007.

MANN, D. C. A. **Diagnóstico de sistemas de gerenciamento de resíduos de construção civil em Curitiba.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015

MARINHO, J. L. A. e da Silva, J. D. **Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição: Diretrizes para o Crescimento Sustentável da Construção Civil na Região Metropolitana do Cariri Cearense.** In: E-TECH: Tecnologias para competitividade industrial, Florianópolis v. 5, n. 1, p. 102-119, 2012.

MARQUES, J. G. D. S., **Avanços na gestão de resíduos de construção civil após a resolução CONAMA nº307/2002.** Ouro Preto, Minas Gerais, 2017.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, IBAM, 2001.

NASCIMENTO, L. A. e SANTOS E. T. **A indústria da construção civil na era da informação. Ambiente construído,** Porto Alegre, v. 3, n. 1, p 69-81, jan./mar. 2003b.

PINTO, T.P.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1986.

PINTO, T.P.P. 2005. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP.** São Paulo : SindusCon-SP, 2005. p. 48.

PONTES, G. C. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos da construção e Demolição em empresas construtoras do Recife e sua Conformidade com a Resolução 307/CONAMA: Estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2007.

SANTOS, E. C. G. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado.** São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007. 173 p.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – USP, São Paulo.

SCHULZ, R. R. e HENDRICKS, F. **Recycling of masonry rubble: recycling of demolished concrete and masonry**. Editado por T. C. Hansen. Londres: Spon, 1992. Part 2.

SHINGO, S. **Study of TOYOTA production system from industrial engineering viewpoint**. Tokyo, Japan Management Association, 1981RIO GRANDE DO SUL. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul – PERS-RS**. Porto Alegre: Ministério do Meio Ambiente / Governo do Estado do Rio Grande do Sul. 2014

SIENGE. **Construção Civil no Brasil: situação atual e projeção para 2018**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 26 de março de 2019.

SILVA, M. D., **Gerenciamento de resíduos da construção e demolição em gerados em obras verticais no município de Capão da Canoa**. São Leopoldo, Rio Grande do Sul, 2016.

SILVA, O. H.; UMADA, M. K.; POLASTRI, P.; NETO, G. D. A.; de ANGELIS, B. L. D. e MIOTTO, J. L. **Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil**. Revista Eletrônica em gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, pp39-48, 2015.

VALOTTO, D. V. **Busca de informação: gerenciamento de resíduos da construção civil em canteiros de obras**. Monografia (Graduação em Engenharia civil – Universidade Estadual de Londrina, 2007.

