

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Fernanda Pandolfo**

**PROPOSTA DE PROJETO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UM  
EMPREENDIMENTO LOCALIZADO EM PORTO ALEGRE**

Porto Alegre  
junho 2012

**FERNANDA PANDOLFO**

**PROPOSTA DE PROJETO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UM  
EMPREENDIMENTO LOCALIZADO EM PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Dieter Wartchow**

Porto Alegre  
junho 2012

**FERNANDA PANDOLFO**

**PROPOSTA DE PROJETO DE GERENCIAMENTO DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UM  
EMPREENDIMENTO LOCALIZADO EM PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 10 de julho de 2012

Prof. Dieter Wartchow  
Dr. em Engenharia pela Universidade Stuttgart/Alemanha  
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dieter Wartchow (UFRGS)**  
Dr. em Engenharia pela Universidade Stuttgart/ Alemanha

**Eng<sup>o</sup>. Felipe Krüger Leal**  
Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS)

**Eng<sup>o</sup>. André Granzotto Gewehr**  
Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS)

Dedico este trabalho a meus pais, Jorge e Márcia, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado. Eles são minha inspiração e os grandes responsáveis pelas minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor Dieter Wartchow, orientador deste trabalho, pela dedicação do seu tempo e atenção, contribuindo em muito para a concretização deste projeto.

Agradeço à professora Carin Schmitt pelo seu incansável trabalho e disposição para esclarecer toda e qualquer dúvida.

Agradeço aos meus pais, Jorge e Márcia Pandolfo, pela dedicação e esforço ao longo de toda minha vida.

Agradeço ao meu irmão, Renan, pela parceria eterna.

Agradeço ao meu noivo, Fernando, pela paciência, compreensão e inteligência dedicada em meu trabalho.

## RESUMO

A preocupação com os impactos gerados pelo homem e suas atividades ao meio ambiente tem aumentado nos últimos anos. Por sua vez o setor da construção civil tem se desenvolvido com imensa velocidade, ainda mais com o fortalecimento da economia interna recentemente. Frente à problemática da geração de resíduos do setor da construção civil (Resíduos de Construção e Demolição - RCD) a nível nacional, aprovou-se em 2010 a lei 12305 que estabelece a política nacional de resíduos sólidos. É, portanto, nesse contexto que o engenheiro precisa concentrar esforços para equalizar essa divergência, a fim de buscar soluções menos agressivas, sem deixarem de serem viáveis. Tendo em vista essa realidade, este trabalho tem como proposta a elaboração de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para uma obra na cidade de Porto Alegre. Ao longo do estudo foram descritos os procedimentos utilizados para a obtenção desse objetivo de acordo com a legislação vigente. Portanto, a pesquisa bibliográfica foi baseada principalmente em leis de nível federal, estadual, municipal e em cartilhas. Dentre as mais importantes para o desenvolvimento deste projeto está a Lei Federal n. 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Resolução n. 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes para a gestão de resíduos da Construção civil. Os procedimentos apresentados neste trabalho permitirão um olhar para o gerenciamento e a logística de resíduos a serem implantados em obras de construção civil.

Palavras-chave: Resíduos da Construção. Plano de Gerenciamento de Resíduos. Conama. Quantificação de resíduos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática das etapas de pesquisa .....	16
Figura 2 – Etiquetas de identificação.....	33
Figura 3 – (a) bombonas; (b) <i>bags</i> ; (c) baias; (d) caçambas estacionárias.....	35
Figura 4 – Dutos para entulhos .....	39
Figura 5 – (a) caminhão poliguindaste; (b) caminhão com caçamba basculante .....	42
Figura 6 – Planta baixa com localização de dispositivos de armazenamento .....	59
Figura 7 – Controle de transporte de resíduos.....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de resíduos gerados em cada fase da obra.....	32
Quadro 2 – Cores padrão de acordo com Resolução n. 275/2001 Conama.....	33
Quadro 3 – Acondicionamento inicial para cada tipo de material.....	36
Quadro 4 – Acondicionamento final para cada tipo de material.....	37
Quadro 5 – Transporte interno para cada tipo de material.....	39
Quadro 6 – Transporte externo para cada tipo de material.....	41
Quadro 7 – Destinação para cada tipo de material.....	43
Quadro 8 – Dispositivos de armazenamento de resíduos.....	58
Quadro 9 – Dados das empresas transportadoras.....	62
Quadro 10 – Empresas de destinação final de resíduos.....	63
Quadro 11 – Unidades de triagem e reciclagem.....	63
Quadro 12 – Resumo do PGRCC.....	65



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de desperdícios de materiais apresentadas por Lima e Lima.....	29
Tabela 2 – Taxas de desperdícios de materiais apresentadas por Andrade et al.....	30
Tabela 3 – Taxas de desperdícios de materiais apresentadas por Souza et al.....	31
Tabela 4 – Índices para cálculo de orçamento preliminar.....	49
Tabela 5 – Quantidades de concreto, aço e madeira.....	49
Tabela 6 – Quantificação de solo.....	49
Tabela 7 – Quantificação de alvenaria.....	50
Tabela 8 – Quantificação de revestimentos em argamassa.....	51
Tabela 9 – Quantificação de gesso.....	51
Tabela 10 – Quantificação de instalações elétricas e hidrossanitárias.....	52
Tabela 11 – Quantificação de revestimentos cerâmicos.....	52
Tabela 12 – Quantificação de pintura, massa corrida e textura.....	53
Tabela 13 – Resíduos de alvenaria decorrentes das instalações.....	54
Tabela 14 – Traços de argamassas.....	54
Tabela 15 – Embalagens de cimento e cal.....	55
Tabela 16 – Embalagens provenientes de revestimentos cerâmicos.....	56
Tabela 17 – Embalagens de tintas, texturas e massa corrida.....	56
Tabela 18 – Quantificação e classificação dos resíduos.....	57
Tabela 19 – Volumes correspondentes a cada classe de resíduos.....	57

## **LISTA DE SIGLAS**

CTR – controle de transporte de resíduos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

PGRCC – Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PIGRCC – Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PMGRCC – Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

RCC – Resíduos da Construção Civil

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....</b>	<b>14</b>
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	14
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	14
<b>2.2.1 Objetivo Principal .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.2 Objetivo Secundário.....</b>	<b>14</b>
2.3 PRESSUPOSTO.....	14
2.4 DELIMITAÇÕES.....	15
2.5 LIMITAÇÕES.....	15
2.6 DELINEAMENTO.....	15
<b>3 ABORDAGEM NORMATIVA E LEGISLATIVA.....</b>	<b>17</b>
3.1 RESOLUÇÃO 307/2002 Conama.....	17
3.2 NBR 10004/2004.....	18
3.3 LEI FEDERAL 12305/2010.....	19
3.4 LEI ESTADUAL 11520/2000.....	20
3.5 LEI ESTADUAL 9921/1993.....	21
3.6 RESOLUÇÃO 109/2005 Consema.....	21
3.7 LEI MUNICIPAL 10847/2010.....	24
3.8 LEI MUNICIPAL 10629/2009.....	26
3.9 NBR 12235/1992.....	26
3.10 NBR 15113/2004.....	27
3.11 NBR 15114/2004.....	28
<b>4 O PGRCC E SUAS ETAPAS.....</b>	<b>29</b>
4.1 QUANTIFICAÇÃO.....	29
4.2 TRIAGEM.....	32
4.3 ACONDICIONAMENTO.....	34
<b>4.3.1 Acondicionamento Inicial.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3.2 Acondicionamento Final.....</b>	<b>37</b>
4.4 TRANSPORTE.....	38
<b>4.4.1 Transporte Interno.....</b>	<b>38</b>
<b>4.4.2 Transporte Externo.....</b>	<b>40</b>
4.5 DESTINAÇÃO.....	43

<b>5 A ELABORAÇÃO DO PGRCC.....</b>	44
5.1 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE UM PGRCC.....	44
5.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA.....	45
<b>5.2.1 Pavimento Térreo.....</b>	46
<b>5.2.2 Segundo Pavimento.....</b>	46
<b>5.2.3 Pavimento Tipo.....</b>	47
5.2.3.1 Área Condominial.....	47
5.2.3.2 Apartamentos.....	47
5.3 QUANTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS.....	47
5.4 TRIAGEM.....	57
5.5 ACONDICIONAMENTO.....	58
5.6 TRANSPORTE.....	61
<b>5.6.1 Transporte Interno.....</b>	61
<b>5.6.2 Transporte Externo.....</b>	61
5.7 DESTINAÇÃO.....	63
5.8 SUGESTÕES DE REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS.....	64
5.9 RESUMO DO PGRCC.....	65
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	67
REFERÊNCIAS.....	69



## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento do setor da construção civil tem tornado a oferta de materiais escassa, além de aumentar o preço dos insumos, devido a grande demanda . Por conta disso, um dos principais objetivos do gerenciamento de resíduos é minimização dos gastos do empreendimento, e a diminuição dos impactos ambientais a fim de utilizar da melhor forma possível a matéria-prima.

Outro problema enfrentado na indústria da construção, é como se dá a disposição final dos refugos das obras. Essa dificuldade ocorre principalmente nas grandes cidades, devido ao crescimento rápido e, na maioria das vezes, não planejado. Desta forma, cada vez menos espaços restam para o descarte de materiais.

Com esses espaços limitados e com a grande preocupação com o meio ambiente, torna-se necessária a separação dos resíduos de acordo com a sua classificação, para que se realize uma destinação adequada e, sempre que possível, a sua reciclagem. Para isso seguem-se as recomendações da Resolução n. 307 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002), que define, como gerenciamento de resíduos, a sua redução, reutilização e reciclagem.

A fim de ressaltar essa necessidade, Pinto (1999, p. 34) indica que 25% dos materiais que entram nos canteiros de obras é descartado. Sua pesquisa deixa clara a falta de cuidados que as empresas de construção têm com a utilização correta dos insumos. Novamente, ressalta-se a responsabilidade que o engenheiro civil possui, já que sua atividade interfere diretamente no meio ambiente.

Outro dado preocupante foi apresentado em uma pesquisa na cidade de João Pessoa, na qual “[...] 60% das construtoras entrevistadas disseram desconhecer a obrigação legal do projeto de gestão e o conteúdo da Resolução 307/2002 do Conama.” (FERNANDES; SILVA FILHO, 2010, p. [4]). Além de expor a falta de fiscalização do Estado nas atividades de construção, demonstra a despreocupação do setor com esses resíduos.

Tendo em vista o despreparo do setor ao tratar os descartes das obras e a degradação ambiental, esse estudo visa apresentar diretrizes para elaboração de um Projeto de

Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), conforme demanda a legislação vigente, e elaborar esse projeto para uma construção na cidade de Porto Alegre.

No segundo capítulo deste estudo foi feito o delineamento da pesquisa, enquanto que no terceiro capítulo é apresentado resumidamente o conteúdo das leis e normas que regulamentam o gerenciamento de resíduos. O quarto capítulo descreve como deve ser um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil descrevendo as etapas que devem compô-lo. O quinto capítulo apresenta as diretrizes para a elaboração desse projeto, que foram baseadas na pesquisa bibliográfica feita nos capítulos anteriores, enquanto que no sexto capítulo, essas diretrizes são utilizadas para desenvolver o Projeto de Gerenciamento de Resíduos para um empreendimento de uma Construtora de Porto Alegre. No sétimo capítulo são dispostas as conclusões chegadas com este estudo.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: empregando as diretrizes de projeto elaboradas, como seria um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção para uma obra no município de Porto Alegre?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo Principal**

O objetivo principal do trabalho é o desenvolvimento do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para uma obra que será realizada em Porto Alegre, empregando as diretrizes de projeto elaboradas nesse trabalho.

#### **2.2.2 Objetivo secundário**

O objetivo secundário do trabalho é a criação das diretrizes para a elaboração de um PGRCC.

### **2.3 PRESSUPOSTO**

O trabalho tem por pressuposto que todas as obras que são grandes geradoras de resíduos devem ter seus Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, uma vez que sua elaboração é obrigatória por lei.

### **2.4 DELIMITAÇÕES**



O trabalho delimita-se ao estudo de um projeto de gerenciamento de resíduos de uma construção no município de Porto Alegre.

## 2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) os dados utilizados para o trabalho, foram os disponibilizados pela empresa responsável pelo empreendimento;
- b) os resíduos quantificados foram apenas dos materiais que continham os índices de desperdício na bibliografia.

## 2.6 DELINEAMENTO

A metodologia para realização do trabalho contemplou as etapas descritas abaixo:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) criação de diretrizes para elaboração do PGRCC;
- c) análise do projeto do empreendimento;
- d) análise dos materiais construtivos;
- e) elaboração do PGRCC;
- f) considerações finais.

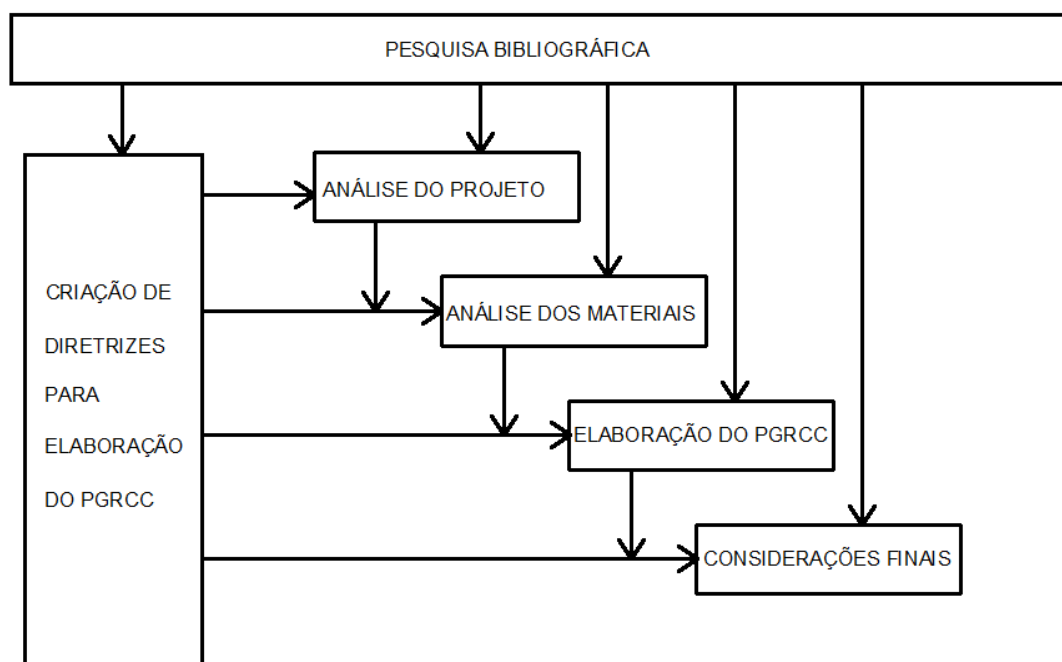
A **pesquisa bibliográfica** foi realizada em sua maior parte durante o projeto de pesquisa, no entanto, teve continuidade a medida que surgiram dúvidas no decorrer do trabalho. Através dela foi exposto o cenário normativo e legislativo que envolve o projeto de gerenciamento de resíduos da construção e descritos os itens que devem compô-lo a partir de consultas aos manuais e cartilhas existentes que auxiliam os profissionais na elaboração dos PGRCC. Após a pesquisa bibliográfica foram criadas as **diretrizes para elaboração de um PGRCC**, no formato de uma lista contendo todos os itens que devem constar nesse projeto.

Para o estudo de caso, foi necessária uma **análise detalhada do projeto** arquitetônico do empreendimento, com a intenção de propor os locais mais adequados para o acondicionamento e fluxo de resíduos. Também foi de grande importância, a **análise dos tipos de materiais** que serão utilizados, para a obtenção de uma estimativa dos resíduos

gerados durante a construção e para identificar os tipos, tamanhos e quantidades de dispositivos de armazenamento que serão demandados nas diferentes etapas da obra.

Com essas informações, foi elaborada a **proposta de PGRCC** para o caso estudado, sempre com atenção à bibliografia e atendendo ao conteúdo exigido por lei. Nas **considerações finais** foi avaliado se os objetivos do trabalho foram atingidos e se estão de acordo com o conteúdo da revisão bibliográfica. A seguir, na figura 1, são demonstradas graficamente as etapas do desenvolvimento do trabalho/pesquisa.

Figura 1 – Representação esquemática das etapas de pesquisa



(fonte: elaborada pela autora)

### 3 ABORDAGEM NORMATIVA E LEGISLATIVA

Este capítulo faz um relato das normas e leis que delimitam a área de resíduos gerados pela construção civil e o seu gerenciamento, com o objetivo de situar a gestão de resíduos da construção no cenário legislativo nacional, estadual e municipal, bem como destacar as recomendações normativas que envolvem esse segmento.

#### 3.1 RESOLUÇÃO CONAMA n. 307/2002

A Resolução n. 307, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.”. Ela ainda define no art. 2, como gerenciamento de resíduos os atos de reduzir, reutilizar e reciclar, sendo que os dois últimos se diferem pelo fato de que na reciclagem, os resíduos passam por processos de transformação antes de serem reaproveitados (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

A fim de seguir essa determinação, no art. 3, os resíduos da construção civil (RCC) foram separados em quatro grupos (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002):

- a) os de classe A são os materiais que podem ser usados na forma de agregado como solo, tijolos e outros materiais cerâmicos, concreto e argamassa;
- b) dentro da classe B estão os resíduos de materiais que podem ser reciclados como madeira, plástico, papel e metal;
- c) os resíduos de classe C são aqueles cuja reciclagem ainda não é economicamente viável como os resíduos provenientes do gesso. Em 2011, a Resolução n. 431<sup>1</sup> que excluiu o gesso dessa classe e o incluiu na classe B;
- d) na classe D ficam os materiais perigosos que podem ter ação prejudicial à saúde como tintas, óleos e solventes. Em 2004, foi emitida a Resolução n. 348<sup>2</sup> que inclui nessa classe os materiais que contêm amianto.

---

<sup>1</sup> CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 431. Altera o art. 3 da Resolução n. 307 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 27 abr. 2012.

<sup>2</sup> CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 348. Altera a Resolução Conama n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34804.xml>>. Acesso em: 16 out. 2011.

Portanto, essa Resolução torna obrigatória, através dos artigos 5 e 9, a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) pelos municípios contendo o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). O PMGRCC tem a função de orientar os pequenos geradores nas suas atividades. Já os PGRCC, apresentados pelos geradores, devem ser desenvolvidos pelos grandes geradores<sup>3</sup> e deverão conter as etapas de caracterização de resíduos, triagem, acondicionamento, transporte e destinação (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

De modo a complementar essas orientações, no artigo 6, fica indicado que o PIGRCC deve conter (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002, art. 6):

- I as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores;
- II o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- III o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- IV a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- V o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- VI a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- VII as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- VII as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

### 3.2 NBR 10.004/2004

Os resíduos da construção ainda podem ser classificados de acordo com a NBR 10.004/2004, que trata dos resíduos sólidos, não só da construção civil, mas de qualquer origem. Essa Norma define os resíduos como perigosos (classe I) e não perigosos (classe II). Sendo que os

---

<sup>3</sup> Em Porto Alegre, as grandes geradoras são as obras que produzem mais de 0,5 m<sup>3</sup> de resíduo por dia (PORTO ALEGRE, 2010).

de classe II são divididos em não inertes (classe II A), e inertes (classe II B) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004c, p. 3).

Os resíduos perigosos são aqueles que possuem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Enquanto que os resíduos não perigosos e não inertes apresentam características de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água. Os resíduos não perigosos e inertes são aqueles que em contato com a água “[...] não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água [...]” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004c, p. 3-5).

### 3.3 LEI FEDERAL 12.305/2010

A Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tem a mesma ordem de prioridade que a Resolução Conama n. 307 em relação ao gerenciamento de resíduos. A preferência deve ser pela não geração de resíduos, seguida pelo seu reaproveitamento e reciclagem. Em seu artigo 20, afirma que as empresas de construção civil são passíveis de apresentação do plano de gerenciamento de resíduos (em outros trabalhos chamado de projeto de gerenciamento de resíduos), devem seguir a regulamentação do Plano Integrado de Resíduos Sólidos Municipal (BRASIL, 2010). A seguir estão algumas das exigências para o plano de gerenciamento de resíduos, indicadas no art. 21 dessa Lei:

- I descrição do empreendimento ou atividade;
- II diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- III observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama<sup>4</sup>, do SNVS<sup>5</sup> e do Suasa<sup>6</sup> e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:
  - a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
  - b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

---

<sup>4</sup> Sistema Nacional do Meio Ambiente.

<sup>5</sup> Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

<sup>6</sup> Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária.

- IV identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- V ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- VI metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
- VII se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31<sup>7</sup>;
- VIII medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
- IX periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

Segundo art. 22 dessa Lei todas essas etapas do projeto devem ser de responsabilidade de um profissional apto a desenvolver essas tarefas. Cabe a esse profissional conservar as atualizações necessárias sobre o gerenciamento de resíduos do empreendimento no órgão competente. No caso de exigência de licença ambiental, fica definido, no art. 24, que o plano de gerenciamento de resíduos deve pertencer a esse licenciamento, assim disposto no parágrafo 1: “Nos empreendimentos e atividades não sujeitos a licenciamento ambiental, a aprovação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos cabe à autoridade municipal competente.” (BRASIL, 2010).

Os artigos 38 e 39 especificam que as empresas que lidam com resíduos perigosos devem estar no Cadastro Nacional de Resíduos Perigosos, além de elaborar o plano de gerenciamento de resíduos perigosos com medidas para a redução da sua periculosidade. Essa documentação deve ser atualizada anualmente junto aos órgãos que fazem a fiscalização (BRASIL, 2010).

### 3.4 LEI ESTADUAL 11.520/2000

A Lei Estadual n. 11.520, de 3 de agosto de 2000, “Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.”. Portanto, fica definido nos artigos 55 e 217 que as empresas que, em suas atividades, geram resíduos potencialmente poluidores, devem ser licenciadas por órgão ambiental competente. Ainda, as atividades de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição desses resíduos perigosos devem

---

<sup>7</sup> O art. 31 relaciona as responsabilidades dos fabricantes, fornecedores e comerciantes de materiais.

ser feitas de maneira que não ofereçam risco à saúde, sendo que o poder público deve providenciar e cadastrar os locais de disposição final para esses materiais (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

Segundo artigo 218, os geradores só deixam de responder pelos resíduos, após a sua transformação e utilização por terceiros. Dispondo da seguinte forma: “A terceirização de serviços de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final de resíduos não isenta a responsabilidade do gerador pelos danos que vierem a ser provocados.” (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

### 3.5 LEI ESTADUAL 9.921/1993

A Lei Estadual n. 9.921, de 27 de julho de 1993, que “Dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos [...]”, define em seu artigo 8, parágrafo 3, que as empresas que geram resíduos sólidos recicláveis só deixam de ser responsáveis por estes resíduos quando eles forem entregues às empresas que realizarão a reciclagem. Outro ponto relevante dessa Lei é o artigo 9, que define que “Os recipientes, embalagens, contêineres, invólucros e assemelhados, quando destinados ao acondicionamento dos produtos perigosos, definidos no regulamento, deverão ser obrigatoriamente devolvidos ao fornecedor desses produtos.”. Esses recipientes não poderão ser usados para outra finalidade a não ser o armazenamento dos produtos que foram designados (RIO GRANDE DO SUL, 1993).

### 3.6 RESOLUÇÃO CONSEMA n. 109/2005

A Resolução n. 109, de 22 de setembro de 2005, elaborada pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (Consema), “Estabelece diretrizes para elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios.”. Para esta Resolução, é usada a mesma classificação de resíduos da Resolução 307/2002 do Conama. No artigo 3, da Resolução Consema n. 109, são relacionados diversos exemplos de cada uma dessas classes, esses são apresentados a seguir.

Classe A (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2005):

- a) argamassa (cimento, cal, areia);

- b) azulejos, pisos;
- c) concreto (cimento, cal, areia, brita);
- d) pisos porcelanatos;
- e) telhas cerâmicas;
- f) materiais de fibrocimento (exceto aqueles à base de amianto);
- g) tijolos;
- h) solos e rocha oriundos de escavação e terraplanagem.

Classe B (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2005):

- a) borrachas de vedação;
- b) caixa de papelão;
- c) ferros, pregos;
- d) fita de nylon com fivela metálica;
- e) fios (pvc + cobre);
- f) embalagens metálicas;
- g) embalagens plásticas;
- h) madeira;
- i) artefatos de pvc, pead e pbd;
- j) acrílicos;
- k) policarbonatos;
- l) papéis diversos;
- m) pisos laminados;
- n) isopor;
- o) pisos vinílicos;
- p) plásticos diversos;
- q) rolo (de pintura) de lã com cabo metálico e plástico;
- r) rolo (de pintura) de espuma com cabo metálico e plástico;
- s) sacos plásticos;
- t) tubos e conexões metálicos;



- u) artefatos de metais (alumínio, cobre, ferro, aço);
- v) vidros;
- w) manta asfáltica;
- x) primmer de impermeabilização;
- y) esponjas, feltros e carpetes;
- z) pavimento asfáltico.

A Classe C, por sua vez é: “Integrada pelos resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitiram a sua reciclagem/recuperação, destacando-se o gesso.” (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2005). É importante salientar que quando a Resolução Consema n. 109/2005 foi publicada, ainda não tinha sido emitida a Resolução Conama n. 431/2011 que altera a classe do resíduo de gesso de C para B.

Classe D (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2005):

- a) solos e resíduos contaminados;
- b) ferramentas diversas contaminadas;
- c) lâmpadas fluorescentes;
- d) embalagens metálicas contaminadas com tintas, solventes e outros;
- e) embalagens plásticas contaminadas com tintas, solventes e outros;
- f) rolo (de pintura) de lã com resíduos de tinta, solventes e outros;
- g) rolo (de pintura) de espuma com resíduos de tinta ou solventes;
- h) tinta a base de solvente;
- i) vernizes;
- j) combustíveis, óleos e graxas;
- k) solventes e solventes contaminados;
- l) materiais de cimento-amianto;
- m) materiais têxteis contaminados;
- n) pilhas e baterias (que contenham cádmio, chumbo e/ou mercúrio em sua composição)

Já, o artigo 4, da Resolução n. 109, esclarece que o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil é constituído pelo Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e pelos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. No inciso II deste artigo, define que é dever do município fazer a divulgação das possibilidades existentes para a destinação de RCC. Já no inciso IV, são discriminados os tipos de empresas que deverão ser cadastradas pelo município (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2005):

- a) empresas de terraplanagem;
- b) proprietários de escavadeiras;
- c) empresas e ou proprietários de poliguindastes;
- d) empresas e ou proprietários de caçambas intercambiáveis;
- e) empresas e ou proprietários de caçambas basculantes.

É dever do município, segundo art. 7, estabelecer os parâmetros que definem os pequenos, médios e grandes geradores de resíduos. O art. 9 define que para os grandes geradores, é necessário que nos seus PGRCC contenham “[...] o treinamento e capacitação dos agentes envolvidos no empreendimento e ações e procedimentos para a minimização, segregação, reaproveitamento, armazenamento, tratamento e disposição final dos RCC, quando for o caso, prevendo locais devidamente licenciados.”. Já os pequenos geradores, segundo art. 10, devem promover o gerenciamento de resíduos de acordo com o PMGRCC (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2005).

### 3.7 LEI MUNICIPAL 10.847/ 2010 – PORTO ALEGRE

A Lei n. 10.847, de 9 de março de 2010, “Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do município de Porto Alegre, estabelece as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (RCC) e dá outras providências.”. Ela dispõe, no seu art. 3, que são funções do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos (PORTO ALEGRE, 2010):

- a) garantir o sucesso da coleta, do transporte e a disposição dos resíduos da construção;

- b) conceder as funções das partes envolvidas e dar suporte ao gerenciamento de resíduos;
- c) pôr em vigor os princípios do gerenciamento de RCC;
- d) estimular o setor da construção nas atividades de gerenciamento de resíduos.

No art. 4, fica definido como grande geradora a obra que produzir mais de 0,5 m<sup>3</sup> de resíduo por dia. Em complementação a essa orientação, o artigo 8 define que esses grandes geradores devem elaborar um PGRCC que será examinado pelo órgão ambiental competente (PORTO ALEGRE, 2010).

Quanto à classificação, a Lei define, no art. 5, os critérios de classificação dos resíduos, que são os mesmos critérios da Resolução n. 307/2002 do Conama, que separa os resíduos em quatro classes de acordo com o destino que lhes deve ser concedido. Da mesma forma que a classificação, as etapas de projeto exigidas seguem a referida Resolução e são especificadas no art. 10. São elas (PORTO ALEGRE, 2010, art. 5, 10):

- I na etapa de caracterização, o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II a etapa de triagem deverá ser realizada preferencialmente pelo gerador na origem ou nas áreas licenciadas para essa finalidade, respeitadas as Classes de resíduos estabelecidas no art. 5. desta Lei<sup>8</sup>;
- III na etapa de acondicionamento, o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração e até a etapa de transporte, assegurando, em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV a etapa de transporte deverá ser realizada em conformidade com as diretrizes anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V a etapa de destinação deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Lei.

Para a etapa de destinação de RCC foram definidos, no art. 11, três tipos de áreas de recebimento (PORTO ALEGRE, 2010):

- a) áreas para adequação de cotas: são terrenos que precisam ter sua cota elevada para futura utilização cujos resíduos destinados devem pertencer apenas à classe A;
- b) centros de beneficiamento, reciclagem e disposição final de RCC;

---

<sup>8</sup> o art. 5 classifica os RCC da mesma forma que a Resolução 307/2002 do Conama.

- c) micro centros de recebimento e triagem de pequenos volumes: locais dedicados para o recebimento de resíduos oriundos dos pequenos geradores.

### 3.8 LEI MUNICIPAL 10.629/2009 – PORTO ALEGRE

A Lei Municipal n. 10.629, 20 de fevereiro de 2009, “Cria, no município de Porto Alegre, o programa de gestão de resíduos sólidos e orgânicos, destinado aos estabelecimentos que necessitem de licenciamento ambiental para o seu funcionamento, e dá outras providências.” e indica em seu artigo 3 os deveres destes estabelecimentos quanto aos resíduos por eles gerados (PORTO ALEGRE, 2009):

- I separar e armazenar os resíduos recicláveis sólidos em local coberto e protegido das intempéries;
- II separar e armazenar os resíduos recicláveis orgânicos de modo a evitar o desenvolvimento de focos de insetos e o acesso de outros animais ou pessoas estranhas ao local de armazenamento;
- III conduzir, preferencialmente, os resíduos recicláveis separados e armazenados a associações ou cooperativas de triagem ou segregação conveniadas com o Departamento Municipal de Limpeza Urbana - DMLU - participantes de projetos de geração de renda desenvolvidos no Município de Porto Alegre; e
- IV comprovar a destinação de resíduos doados ou vendidos a outras empresas.

Enquanto que o artigo 4 desta Lei estabelece que (PORTO ALEGRE, 2009):

As empresas, em conjunto com entidades e os órgãos competentes, deverão elaborar um cronograma operacional, contendo, dentre outras providências necessárias:

- I a previsão do montante de resíduos;
- II o local de deposição dos resíduos;
- III os dias de entrega dos resíduos.

### 3.9 NBR 12.235/1992

A NBR 12.235 descreve as condições de armazenamento e os procedimentos de manuseio com resíduos sólidos perigosos (classe I, segundo NBR 10.004/2004). Já no seu item 4.1 define que os resíduos perigosos podem ser armazenados em contêineres, tambores, tanques e a granel enquanto não passam por procedimentos de reciclagem ou destinação final. Esses contêineres e tambores devem ficar em local coberto e sobre uma base de concreto de modo que se evite o contato e o derramamento dessas substâncias no solo. Também é importante

que esses recipientes sejam identificados com etiquetas comunicando o material que está contido nele (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 2).

Em complemento a essas determinações, fica definido que os locais de armazenamento desse tipo de material devem possuir (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 3):

- a) sistema de isolamento tal que impeça o acesso de pessoas estranhas;
- b) sinalização de segurança que identifique a instalação para os riscos de acesso ao local;
- c) áreas definidas, isoladas e sinalizadas para armazenamento de resíduos compatíveis.

### 3.10 NBR 15.113/2004

A NBR 15.113 fornece diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos da construção, definindo-os como locais reservados para a disposição de resíduos de classe A ou inertes no solo, visando o seu uso posterior para reutilização, reciclagem ou futura utilização do terreno (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 2). São condições de instalação e operação desses aterros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 4, 7):

- a) não receber resíduos de origem e composição desconhecidas;
- b) remoção total da cobertura vegetal;
- c) regularização do terreno;
- d) estabelecer uma área coberta e adequada para o armazenamento de resíduos de classe D;
- e) proteção das águas subterrâneas e superficiais.

Os resíduos já devem chegar pré-triados no aterro. Ainda assim eles devem ser segregados da seguinte forma para então serem dispostos no solo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 11):

- a) solos;
- b) concreto e alvenaria;
- c) pavimentos asfálticos;

d) inertes.

### 3.11 NBR 15.114/2004

A NBR 15.114 fornece diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem. Nessas áreas de reciclagem, apenas podem ser aceitos resíduos de classe A de origem e composição conhecidas. Quanto a triagem desses materiais fica estabelecido que (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b, p. 5):

Os resíduos recebidos devem ser previamente triados, na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem, em aterros de resíduos da construção civil e resíduos inertes ou na própria área de reciclagem, de modo que nela sejam reciclados apenas os resíduos de construção civil classe A, incluso o solo.

Os resíduos de construção civil das classes B, C ou D devem ser encaminhados a destinação adequada.

## 4 O PGRCC E SUAS ETAPAS

Neste capítulo serão descritas as cinco etapas exigidas por lei para compor um PGRCC, sendo estas a quantificação, triagem, acondicionamento, transporte e destinação de RCD.

### 4.1 QUANTIFICAÇÃO

Lima e Lima (2009, p. 22) definem a importância da etapa de caracterização dos resíduos:

A fase da caracterização dos RCC é particularmente importante no sentido de se identificar e quantificar os resíduos e desta forma planejar qualitativa e quantitativamente a redução, reutilização, reciclagem e a destinação final dos mesmos. A identificação prévia e caracterização dos resíduos a serem gerados no canteiro de obras são fundamentais no processo de reaproveitamento dos RCC, pois esse conhecimento leva a se pensar maneiras mais racionais de se reutilizar e/ou reciclar o material.

As tabelas 1 a 3 apresentam taxas de desperdícios de diversos materiais de construção. Lima e Lima (2009) ainda elaboram um quadro com os possíveis tipos de resíduos gerados em cada etapa de uma obra (quadro 1).

Tabela 1 - Taxas de desperdícios de materiais apresentadas por Lima e Lima (2009)

MATERIAIS	TAXA DE DESPERDÍCIO (%)		
	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos para sistemas prediais	15	8	56
Tintas	17	8	24
Condutores	27	14	35
Gesso	30	14	120

(fonte: ESPINELLI<sup>9</sup>, 2005 apud LIMA; LIMA, 2009, p. 12)

Tabela 2 - Taxas de desperdícios de materiais apresentadas por Andrade et al. (2001)

<sup>9</sup> ESPINELLI, U. A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras. *In: Seminário de Gestão e Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição – Avanços e Desafios*. São Paulo. PCC USP, 2005. CD-ROM.

Material	QS/m <sup>2</sup> piso <sup>(a)</sup>	Entulho/ unidade de serviço	Entulho/m <sup>2</sup> piso	Massa de entulho por unidade de material	Massa entulho/m <sup>2</sup> piso
Concreto usinado	0,18	0,014	0,0024 m <sup>3</sup>	2200 kg/m <sup>3</sup>	5,35
Aço	18 <sup>(b)</sup>	0,077	1,3860 kg	1 kg/kg	1,39
Blocos	1,6	0,130	0,2080 m <sup>2</sup>	75 kg/m <sup>2</sup>	15,60
Argamassa - alvenaria	1,6	0,002	0,0028 m <sup>3</sup>	1800 kg/m <sup>3</sup>	5,07
Arg. paredes e tetos	3,25	0,002	0,0074 m <sup>3</sup>	1800 kg/m <sup>3</sup>	13,34
Arg. fachada	0,75	0,001	0,0004 m <sup>3</sup>	1800 kg/m <sup>3</sup>	0,73
Arg. contrapiso	1	0,001	0,0006 m <sup>3</sup>	1900 kg/m <sup>3</sup>	1,05
Placas cerâmicas fachada	0,75	0,130	0,0975 m <sup>2</sup>	20 kg/m <sup>2</sup>	1,95
Placas cerâmicas piso	0,2	0,190	0,0380 m <sup>2</sup>	20 kg/m <sup>2</sup>	0,76
Placas cerâmicas piso	1	0,130	0,1300 m <sup>2</sup>	20 kg/m <sup>2</sup>	2,60
Gesso - paredes	2,3	0,001	0,0012 m <sup>3</sup>	1067 kg/m <sup>3</sup>	1,23
Gesso - teto	1	0,001	0,0005 m <sup>3</sup>	1067 kg/m <sup>3</sup>	0,53
Total (Kg/m <sup>2</sup> )					49,58

(a) Valores apresentados no Simpósio Nacional de Desperdício de Materiais: a quebra do mito (1999).

(b) É igual a 100 kg aço/m<sup>3</sup> concreto X 0,18 m<sup>3</sup> concreto/m<sup>2</sup> piso, ou seja 18 kg aço/m<sup>2</sup> piso.

(fonte: ANDRADE et al., 2001, p. 72)

Tabela 3 - Taxas de desperdícios de materiais apresentadas por Souza et al. (2004)



Material	Internacional		Nacional		
	SKOYLES (1976)	ENSHASSI (1996)	PINTO (1989)	SOIBELMAN (1993)	SANTOS (1995)
	(Entulho)	(Entulho)	(Entulho + incorporado)	(Entulho + incorporado)	(Entulho + incorporado)
Concreto em infra-estrutura	8,0	-	-	-	-
Concreto em superestrutura	2,0	-	-	-	-
Concreto em geral	-	-	1,5	12,9	-
Aço	5,0	2,1	26,0	19,0	-
Tijolos comuns	8,0	3,2	-	-	-
Tijolos à vista	12,0	4,9	-	-	-
Tijolos furados	-	-	-	50,0	5,4
Tijolos maciços	-	-	-	54,0	25,5
Tijolos estruturais vazados	5,0	-	-	-	-
Tijolos estruturais maciços	10,0	-	-	-	-
Blocos leves	9,0	-	-	-	-
Blocos de concreto	7,0	-	-	-	-
Componentes de vedação	-	-	13,0	-	-
Madeira – tábuas	15,0	-	-	-	-
Madeira – compensados	15,0	-	-	-	-
Madeira em geral	-	-	47,5	-	-
Rev. cerâmicos – paredes	3,0	-	9,5	-	-
Rev. cerâmicos – pisos	3,0	-	7,5	-	-

(fonte: adaptado de PALIARI<sup>10</sup>, 1999, apud SOUZA ET AL., 2004, p. 41)

Quadro 1 – Tipos de resíduos gerados em cada fase da obra

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS
limpeza do terreno	solos

<sup>10</sup> PALIARI, J. C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. 473 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

	rochas, vegetação, galhos
montagem do canteiro	blocos cerâmicos, concreto
	madeiras
fundações	solos
	rochas
superestrutura	concreto
	madeiras
	sucata de ferros, fôrmas plásticas
alvenaria	blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa
	papel, plástico
instalações hidrossanitárias	blocos cerâmicos
	PVC
instalações elétricas	blocos cerâmicos
	conduítes, mangueiras, fios de cobre
reboco interno/externo	argamassa
revestimentos	pisos e azulejos cerâmicos
	piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico
forro de gesso	placas de gesso acartonado
pinturas	tintas, seladoras, vernizes, texturas
coberturas	madeiras
	cacos de telhas

(fonte: adaptado de LIMA; LIMA, 2009, p. 23)

## 4.2 TRIAGEM

Para que um material preserve as características adequadas à reciclagem, deve-se ter o máximo cuidado que ele não se misture com outros insumos. Para garantir o sucesso dessa etapa de triagem, os RCC devem ser separados logo no local onde foram gerados, ou então ao final do dia de trabalho. Um fator que favorece essa prática é exigir já no contrato com as empreiteiras que os funcionários realizem essa atividade (LIMA; LIMA, 2009, p. 32).

Segundo Pinto (2005, p. 15), para a eficácia da etapa de triagem, os funcionários devem receber treinamento adequado a respeito do transporte e separação adequada, a partir da correta utilização dos equipamentos adquiridos para esses serviços. Um acessório indispensável para essa etapa é a etiqueta que identifica o tipo de resíduo que deve ser depositado no local onde ela estiver fixada. Na figura 2, tem-se um exemplo dessas etiquetas com as dimensões especificadas.

Figura 2 – Etiquetas de identificação



(fonte: PINTO, 2005, p. 34)

O Conama emitiu a Resolução n. 275, em 2001, que padroniza as cores das etiquetas com o objetivo de facilitar a identificação dos geradores, coletores e transportadores. Essas cores com os tipos de resíduos correspondentes estão descritos no quadro 2 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2001).

Quadro 2 – Cores padrão de acordo com Resolução Conama n. 275/2001

COR	RESÍDUO
AZUL	papel/papelão
VERMELHO	Plástico
VERDE	Vidro
AMARELO	Metal
PRETO	Madeira
LARANJA	resíduos perigosos
BRANCO	resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
ROXO	resíduos radioativos
MARROM	resíduos orgânicos
CINZA	resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

(fonte: baseado em CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2001)

### 4.3 ACONDICIONAMENTO

Lima e Lima (2009, p. 43) definem o que deve ser feito no PGRCC na etapa de acondicionamento:

Descrever os procedimentos a serem adotados para acondicionamento dos resíduos sólidos, por classe/tipo, de forma a garantir a integridade dos materiais. Identificar, na planta do canteiro de obras, os locais destinados à armazenagem de cada tipo de resíduo. Informar o sistema de armazenamento dos resíduos identificando as características construtivas dos equipamentos/abrigos (dimensões, capacidade volumétrica, material construtivo etc.).

Pinto (2005, p 21) descreve os dispositivos mais usados para o armazenamento:

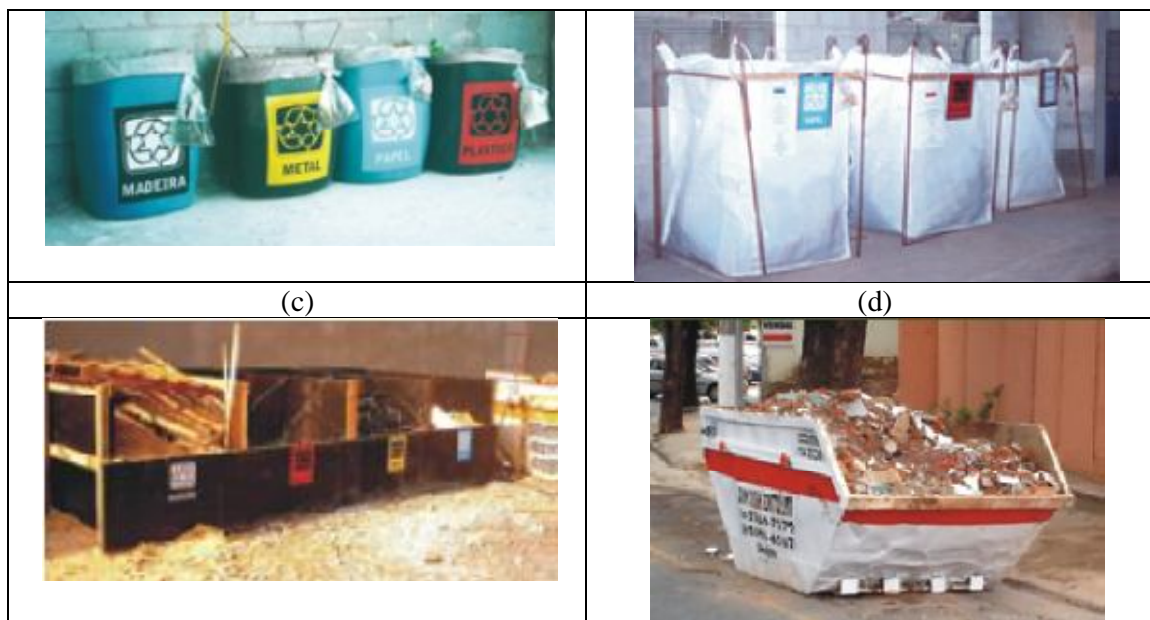
- a) bombona: “Recipiente de plástico, com capacidade para 50 litros [...]” que devem ser revestidos com sacos de rafia ou com sacos de lixo simples (figura 3a);
- b) *bag*: “Saco de rafia reforçado, dotado de 4 alças e com capacidade para armazenamento em torno de 1 m<sup>3</sup>.”, e que necessita de um suporte de madeira ou metal (figura 3b);
- c) baia: “Geralmente construída em madeira, com dimensões diversas, adapta-se às necessidades de armazenamento do resíduo e ao espaço disponível em obra.”(figura 3c);
- d) caçamba estacionária: “Recipiente metálico com capacidade volumétrica de 3, 4 e 5 m<sup>3</sup>.” (figura 3d).

Todos esses dispositivos, exceto as caçambas estacionárias, devem conter as etiquetas de identificação descritas na etapa anterior. A utilização das caçambas estacionárias é, no caso do município de Porto Alegre, regulamentada pela Lei Municipal n. 10474 (PORTO ALEGRE, 2008), que define, em seu artigo 3, que as caçambas só poderão ser dispostas em via pública se não houver espaço disponível no canteiro de obras, permanecendo por no máximo 72 horas ou até que a sua capacidade se esgote. Já, a Lei n. 10847 (PORTO ALEGRE, 2010), estipula que além das exigências anteriores, as caçambas ainda devem ter nas suas laterais o número da licença e a seguinte frase: PROIBIDO RESÍDUO DOMICILIAR.

A maioria da bibliografia divide a fase de acondicionamento em duas etapas: inicial e final. Essas são detalhadas nos próximos itens.

Figura 3 – (a) bombonas; (b) *bags*; (c) baias; (d) caçambas estacionárias

(a)	(b)
-----	-----



(fonte: BLUMENSCHNEIN, 2007, p. 10, 17)

### 4.3.1 Acondicionamento Inicial

O acondicionamento inicial é o uso de dispositivos de armazenamento e separação que devem ser dispostos próximo ao local de realização dos serviços que irão gerar os resíduos, com o objetivo de iniciar a triagem já no local de geração. Além de garantir boas condições dos resíduos para uma futura reciclagem, o acondicionamento inicial proporciona mais organização e limpeza ao canteiro de obras já que os RCC não ficam espalhados até que sejam levados para o local de acondicionamento final (LIMA; LIMA, 2009, p. 25-26). O quadro 3 contém sugestões para o acondicionamento inicial de diversos tipos de materiais comuns na construção civil.

Quadro 3 – Acondicionamento inicial para cada tipo de material

<b>TIPOS DE RESÍDUOS</b>	<b>ACONDICIONAMENTO INICIAL</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos,	Em pilhas formadas próximas aos locais

argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	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: <i>bags</i> ou fardos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arame, 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 a remoção dos resíduos de seu local de origem).
Telas de fachada e de proteção	Recolher após o uso e dispor em local adequado.
EPS (Poliestireno expandido) – exemplo: 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, trinchas 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 por produtos químicos.	Disposição nos <i>bags</i> para outros resíduos.

(fonte: PINTO, 2005, p. 22)

### 4.3.2 Acondicionamento Final

Acondicionamento final é aquele no qual os resíduos ficam armazenados até que sejam recolhidos para o seu destino final. Esses locais devem ser posicionados estrategicamente no canteiro de obras de modo que fiquem acessíveis aos veículos que farão o transporte e que não atrapalhem os serviços dentro do canteiro (LIMA; LIMA, 2009, p. 27). Exemplos de dispositivos para acondicionamento final adequado para cada tipo de resíduo estão descritos no quadro 4.

Quadro 4 – Acondicionamento final para cada tipo de material

<b>TIPOS DE RESÍDUOS</b>	<b>ACONDICIONAMENTO FINAL</b>
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 sinalizados.
Papelão (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) – exemplo: isopor	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo ou fardos.

continua

continuação

<b>TIPOS DE RESÍDUOS</b>	<b>ACONDICIONAMENTO FINAL</b>
Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas 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, p. 24)

## 4.4 TRANSPORTE

Assim como o acondicionamento, a etapa de transporte também é dividida em duas etapas: interno e externo, como detalhado a seguir.

### 4.4.1 Transporte Interno

De acordo com Lima e Lima (2009, p. 28), o transporte interno é a transferência de resíduos do acondicionamento inicial para o final. Esse transporte geralmente é feito por carrinhos, giricas, guinchos, elevadores de carga ou guas. As descidas vazias desses equipamentos devem ser aproveitadas para esse tipo de atividade. Blumenschein (2007, p. 33, 34) evidencia que o transporte interno dos resíduos, quando feito pelo próprio trabalhador que o gerou, é mais eficiente e facilita o trabalho e a organização do canteiro de obras.

Blumenschein (2007, p. 34) descreve uma solução para transporte interno: “Os tubos para condução vertical dos resíduos, em obras verticais, são instrumentos eficientes para disposição rápida em contêineres estacionados estrategicamente para recebê-los, e uma vez cheios deverão ser coletados por transportadores de entulho.” (figura 4).

Figura 4 – Dutos para entulhos





(fonte: LOCABIN LOCADORA DE ANDAIMES ELÉTRICOS, 2011)

Pinto (2005, p. 23) dá sugestões de transporte interno para diversos tipos de resíduo através do quadro 5.

Quadro 5 – Transporte interno para cada tipo de material

<b>TIPOS DE RESÍDUOS</b>	<b>TRANSPORTE INTERNO</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e condutor de entulho, elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Madeira	Grandes volumes: transporte manual (em fardos) com auxílio de giricas ou carrinhos associados a elevador de carga ou grua. Pequenos volumes: deslocamento horizontal manual (dentro dos sacos de rafia) e vertical com auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Plástico, papelão, papéis, metal, serragem e EPS (poliestireno expandido, por exemplo, isopor)	Transporte dos resíduos contidos em sacos, bags ou em fardos com o auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.

continua

continuação

TIPOS DE RESÍDUOS	TRANSPORTE INTERNO
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Solos	Equipamentos disponíveis para escavação e transporte (pá-carregadeira, <i>bobcat</i> etc.). Para pequenos volumes, carrinhos e giricas.

(fonte: PINTO, 2005, p. 23)

#### 4.4.2 Transporte Externo

O transporte externo de resíduos é a remoção dos resíduos do canteiro de obra para o seu destino final. De acordo com Pinto e Gonzáles (2005, p. 29), os veículos mais utilizados são os caminhões poliguindastes que deslocam as caçambas estacionárias (figura 5a) e os caminhões com caçamba basculante (figura 5b). É importante lembrar que ambos devem ser cobertos com lona ou semelhante para que não ocorram derramamentos no momento da locomoção.

A Lei Municipal de Porto Alegre n. 10847/2010, em seus artigos 12 e 14, define que as empresas transportadoras deverão ter licença ambiental para realizar o transporte de resíduos da construção civil e, durante o deslocamento, portar o Manifesto de Transporte de Resíduos. Já, no artigo 16, determina que os veículos, enquanto realizam o transporte de resíduos, devem estar cobertos por lona ou semelhante para que não ocorram derramamentos das vias. Quanto ao contrato entre gerador e transportador, o artigo 19 estipula que nele deve conter a “Determinação de responsabilidade solidária entre o gerador e o transportador de resíduos pela destinação final adequada.” (PORTO ALEGRE, 2010). A fim de seguir essa determinação, Pinto (2005, p. 27) no quadro 6, indica as soluções mais adequadas para o transporte de cada tipo de material.

Quadro 6 – Transporte externo para cada tipo de material

<b>TIPOS DE RESÍDUOS</b>	<b>REMOÇÃO DOS RESÍDUOS</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, outros componentes cerâmicos, argamassas, concreto e tijolos.	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona.
Madeira	Caminhão com equipamento poliguindaste, caminhão com caçamba basculante ou caminhão com carroceria de madeira, respeitando as condições de segurança para a acomodação da carga na carroceria do veículo, sempre coberto com lona.
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório)	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.)	Caminhão preferencialmente equipado com guindaste para elevação de cargas pesadas ou outro veículo de carga.
Serragem e EPS (poliestireno expandido, exemplo: isopor).	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os sacos ou bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona.
Solo	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculantes, sempre coberto com lona.
Telas de fachada e de proteção	Caminhão ou outro veículo de carga, com cuidado para contenção da carga durante o transporte.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos (exemplos: embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas	Caminhão ou outro veículo de carga, sempre coberto.

(fonte: PINTO, 2005, p. 27)

Figura 5 – (a) caminhão poliguindaste; (b) caminhão com caçamba basculante



(fonte: (a) PROAMB, 2011; (b) GOYAZ CAÇAMBAS TRANSPORTES E TRUCKS LTDA, 2011)

Para cada carregamento que sai da obra, deve ser emitido o Controle de Transporte de Resíduos – CTR. Devem existir três vias desse documento, um delas fica com o gerador dos resíduos e, as outras duas, com o transportador e com o destinatário respectivamente (PINTO, 2005, p. 31-32). O CTR é importante para que se garanta a correta destinação dos resíduos e também para se ter um histórico de geração de resíduos da obra (LIMA; LIMA, 2009, p. 39). Devem conter no CTR os seguintes dados (PINTO, 2005, p. 31-32):

- a) dados do gerador,
  - nome da empresa;
  - CNPJ;
  - identificação e localização da obra;
- b) dados do transportador,
  - nome da empresa;
  - CNPJ;
  - inscrição municipal;
  - tipo de veículo usado;
  - placa do veículo;
- c) dados do destinatário,
  - nome da empresa;
  - CNPJ;
  - endereço de destinação;
- d) assinaturas e carimbos (gerador, transportador e destinatário);
- e) tipo de resíduo com volume ou peso.

## 4.5 DESTINAÇÃO

Segundo Lima e Lima (2009, p. 39), “A destinação dos RCC deve ser feita de acordo com o tipo de resíduo.”. Os autores ainda indicam esses destinos segundo a classificação da Resolução n, 307 Conama:

- a) classe A: “[...] áreas de triagem e transbordo, áreas de reciclagem ou aterros da construção civil.”;
- b) classe B: “[...] podem ser comercializados com empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam esses resíduos ou até mesmo serem usados como combustível para fornos e caldeiras.”;
- c) classe C e D: “[...] deverá acontecer o envolvimento dos fornecedores para que se configure a co-responsabilidade na destinação dos mesmos.”.

Pinto e González (2005, p. 19) ressaltam a responsabilidade do município: “Ao poder público municipal cabe a responsabilidade de informar aos profissionais e ao público em geral quais as áreas adequadas e licenciadas para o descarte de resíduos pelos transportadores.”. O quadro 7 expõe as soluções e os cuidados que devem ser tomados com cada material.

Quadro 7 – Destinação para cada tipo de material

TIPO DE ÁREA	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES
Pontos de entrega	Área pública ou viabilizada pela administração pública apta para o recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil.	Restrição ao recebimento de cargas de resíduos de construção civil constituídas predominantemente por resíduos da construção civil perigosos e não-inertes (enquadrados como Classe I da NBR 10004/2004)
Área de Transbordo e Triagem (ATT)	Estabelecimento privado ou público destinado ao recebimento de resíduos da construção civil, e que deverão ser usadas para a triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada disposição	Restrição ao recebimento de cargas predominantemente constituídas por resíduos classe D.
Área de Reciclagem	Estabelecimento privado ou público destinado à transformação dos resíduos classe A em agregados	
Aterros de Resíduos da Construção Civil	Estabelecimento privado ou público onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A no solo, visando à reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área,.	Os resíduos classe B, C e D poderão apenas transitar pela área para serem, em seguida, transferidos para destinação adequada.

(fonte: adaptado de PINTO, 2005, p. 17)

## 5 A ELABORAÇÃO DO PGRCC

Neste capítulo foram desenvolvidas todas as etapas do PGRCC da obra estuda. A começar pelo item 6.1, que contém as diretrizes utilizadas para a elaboração deste plano, seguido pelo item 6.2 no qual foram enumeradas as características dessa construção estudada que serão apresentadas no PGRCC ou aquelas que serão relevantes na elaboração das outras etapas. Já o item 6.3 apresenta uma estimativa do material necessário para essa construção e, a partir daí, os resíduos gerados. No item 6.4 são indicados os grupos que esses resíduos devem ser separados e no item 6.5 como eles devem ser separados. Os itens 6.6 e 6.7 correspondem às etapas de transporte e destinação de resíduos, enquanto que o item 6.8 apresenta sugestões para que a gestão de resíduos dessa construção obtenha maior sucesso. Por fim, o item 6.9 apresenta um quadro resumo com os dados deste PGRCC.

### 5.1 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE UM PGRCC

As diretrizes apresentadas neste item foram baseadas na pesquisa bibliográfica e nos PGRCC de outras obras da construtora responsável pelo empreendimento estudado. Essas diretrizes consistem nos itens básicos que devem formar um PGRCC segundo a legislação que os rege:

- a) identificar a empresa responsável pela construção, informando razão social, CNPJ, endereço, telefones e o nomes dos responsáveis pela empresa e número de registro no CREA do responsável técnico do empreendimento;
- b) descrever o imóvel a ser construído dando informações de localização, tipo de construção, área construída, entre outras;
- c) listar leis e normas que regulamentam o gerenciamento de resíduos para orientar os responsáveis, caso hajam dúvidas sobre o exercício dessa atividade;
- d) descrever as funções e vantagens do gerenciamento de resíduos, explicando o seu conceito baseado nos 3R;
- e) listar os materiais utilizados durante a construção e quantificar os respectivos resíduos que serão gerados;
- f) classificar os resíduos gerados segundo a Resolução Conama n. 307/2002 e NBR 10004/2004;
- g) indicar em planta o tipo de dispositivos os seus locais para acondicionamento inicial e final de resíduos;
- h) identificar os meios de transporte interno de resíduos;

- i) identificar as empresas transportadoras contratadas, fornecendo dados como razão social, CNPJ e número da licença para transporte de resíduos;
- j) anexar modelo de CTR (controle de transporte de resíduos);
- k) listar os locais de disposição final para cada tipo de resíduo com endereço e número da licença ambiental dos destinatários;
- l) descrever e sugerir situações aplicáveis de redução e reaproveitamento de resíduos.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA

O empreendimento será construído em um terreno de 1.923,22 m<sup>2</sup> de área localizado na Avenida Doutor Carlos Barbosa, no bairro Azenha em Porto Alegre. Trata-se de um prédio residencial multifamiliar com 64 economias, 10 pavimentos e área total construída de 6.043,16 m<sup>2</sup>.

A seguir são descritos os principais materiais utilizados nessa construção e com ajuda do quadro 1 do item 4.1, identificados os tipos de resíduos gerados:

- a) no terreno onde será construído o edifício não haverá necessidade de escavação, apenas um nivelamento do solo;
- b) a estrutura do edifício será em concreto armado, portanto os resíduos gerados nessa etapa de construção serão de concreto, de aço, e de madeira proveniente da montagem das fôrmas; todo o escoramento da estrutura será de escoras metálicas alugadas, portanto não são descartadas e não gerarão resíduos;
- c) a alvenaria de vedação será feita com tijolos furados e a escadaria anti-incêndio com tijolos maciços; portanto, nessas atividades, serão gerados resíduos de tijolos cerâmicos, argamassa de assentamento e papel proveniente dos sacos de cimento utilizados para a confecção dessa argamassa;
- d) as instalações hidrossanitárias serão executadas com tubos de PVC embutidos na alvenaria, assim sendo, serão gerados resíduos de tijolos e restos de tubos de PVC;
- e) as instalações elétricas serão feitas em duas etapas; primeiramente, serão cortadas canaletas na alvenaria (da mesma forma que as instalações hidrossanitárias) para que sejam embutidos os conduítes corrugados de plástico, gerando resíduos de tijolos e de plástico. Já na fase de inserção de fios nos conduítes serão gerados resíduos de fios de cobre;
- f) o reboco interno e externo será feito em argamassa de cimento, cal e areia, gerando resíduos de argamassa e papel proveniente dos sacos de cimento e cal;
- g) o acabamento interno será feito com aplicação de massa corrida e tinta PVA; o acabamento externo será feito com textura e tinta acrílica. Esses materiais serão



comprados em sacos plásticos de 12 litros, gerando resíduos provenientes desses sacos contendo restos de seus produtos;

Nos próximos itens serão descritos cada pavimento e as suas particularidades.

### **5.2.1 Pavimento Térreo**

O pavimento térreo terá 1.169,76 m<sup>2</sup> de área construída e é composto pelos seguintes ambientes:

- a) estacionamento com estrutura em concreto aparente e piso de concreto, que gera resíduo de aço, concreto e madeira;
- b) banheiros de uso comum com revestimento de piso e paredes com placas cerâmicas e forro em gesso, gerando resíduos de gesso, tintas e cerâmicas;
- c) o espaço gourmet, circulação, salão de festas, hall e bicicletário terão paredes com pintura acrílica, forro em gesso e piso cerâmico; portanto a construção dessas unidades geram resíduos de gesso, cerâmica, massa corrida e tinta;
- c) piscina em concreto armado e revestimento cerâmico, gerando resíduos de aço, concreto, madeira e cerâmica.

### **5.2.2 Segundo Pavimento**

O segundo pavimento terá uma área de 723,05 m<sup>2</sup> e possui os seguintes ambientes:

- a) estacionamento com piso de concreto e cobertura de telhas de fibrocimento sustentadas por estrutura metálica. Desse modo, os resíduos gerados serão de aço, concreto, madeira e telhas;
- b) hall e *fitness* com pintura acrílica e piso cerâmico, gerando resíduos de tinta, massa corrida e cerâmica;
- c) apartamento do zelador, que terá o mesmo acabamento dos apartamentos padrão descritos a seguir.

### 5.2.3 Pavimento Tipo

São oito pavimentos iguais a esse, cada um com 516,44 m<sup>2</sup> de área. Este pavimento foi dividido em dois itens para que a sua caracterização seja mais específica.

#### 5.2.3.1 Área Condominial

Compreende o espaço de circulação comum entre os apartamentos, e possui área de 38,1 m<sup>2</sup>. Terá acabamento de forro em gesso, contra piso de argamassa, piso cerâmico e pintura acrílica. Portanto os resíduos gerados nessa área serão provenientes desses materiais.

#### 5.2.3.2 Apartamentos

São oito apartamentos por pavimento, quatro deles possuem uma área de 43,0 m<sup>2</sup> e os outros quatro, possuem 52,8 m<sup>2</sup>. Será feito contra piso de argamassa em todos os ambientes, enquanto que nos banheiros (cada apartamento possui dois banheiros) e cozinhas terão forro em gesso, piso e parede com revestimento cerâmico. Os ambientes que não levam azulejos nas paredes serão revestidos com massa corrida e pintura. Dessa forma, os resíduos gerados nos apartamentos serão de argamassa, gesso, cerâmica, massa corrida e tinta.

## 5.3 QUANTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS

As quantidades de resíduos que podem ser geradas durante a construção foram calculadas a partir de um levantamento geral dos materiais utilizados. A seguir são apresentados esses valores juntamente com as descrições dos métodos utilizados para os respectivos cálculos.

Como o projeto estrutural do empreendimento não tinha sido desenvolvido até a elaboração da proposta de PGRCC, os volumes de concreto, fôrmas e armaduras de aço foram estimados a partir da técnica de Orçamento Preliminar de Mattos (2006, p. 39). Este método relaciona a área construída com volume de concreto através da fórmula 1:

$$VC = AC \times EM \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

VC = volume de concreto;

AC = área construída;

EM = espessura média.

A partir do volume de concreto, é calculado o peso de armação com a fórmula 2:

$$PA = VC \times TA \quad (\text{fórmula 2})$$

Onde:

PA = peso de armação;

VC = volume de concreto;

TA = taxa de aço.

A área de madeira para fôrmas é calculada através da fórmula 3:

$$AF = VC \times TF \quad (\text{fórmula 3})$$

Onde:

AF = área de fôrma;

VC = volume de concreto;

TF = taxa de fôrma.

Os valores de espessura média, taxa de aço e taxa de fôrma variam de acordo com a altura da edificação e são demonstrados na tabela 4. Os dados utilizados para os cálculos foram destacados nessa tabela e as quantidades calculadas por meio das fórmulas 1 a 3 são apresentadas na tabela 5. Para obter o volume de aço, foi adotada uma massa específica de 7860 kg/m<sup>3</sup>. Enquanto que o volume de madeira foi obtido considerando uma espessura média de 12 mm.

Tabela 4 - Índices para cálculo de orçamento preliminar

Índice	Unidade	Abaixo de 10 Pavimentos		Acima de 10 Pavimentos	
		mín.	máx.	mín.	máx.
Espessura Média	cm	12	16	16	20
Taxa de Aço	kg/m <sup>3</sup> de concreto	83	88	88	100
Taxa de Fôrma	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> de concreto	12	14	12	14

(fonte: adaptado de MATTOS, 2006, p. 39)

Tabela 5 - Quantidades de concreto, aço e madeira

MATERIAL	QUANTIDADE	UNIDADE	VOLUME (m <sup>3</sup> )
Concreto	967	m <sup>3</sup>	967
Aço	85.088	kg	11
Madeira	12.570	m <sup>2</sup>	151

(fonte: elaborada pela autora)

Os demais quantitativos foram gerados a partir das plantas baixas da edificação. Nas tabelas 6 a 12 são apresentados esses valores e descritos os métodos utilizados para a sua obtenção.

Tabela 6 - Quantificação de solo

ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Nivelamento do Terreno	Térreo	384,64	m <sup>3</sup>	A partir do levantamento topográfico, concluiu-se que o terreno deve ter um arrasamento de 20 cm. Essa altura foi multiplicada pela área do terreno.
	2°	0,00	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,00	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	384,64	m <sup>3</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 7 - Quantificação de alvenaria

ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Alvenaria de Tijolos Furados	Térreo	94,89	m <sup>3</sup>	Foram colhidos os valores das áreas que formam os polígonos de paredes e multiplicados pela altura da parede (2,6 m) ou pela altura do muro, e descontado 18,5% deste volume que corresponde à argamassa de assentamento.
	2°	116,31	m <sup>3</sup>	
	Tipo	131,82	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	1552,1	m <sup>3</sup>	
Alvenaria de Tijolos Maciços	Térreo	5,63	m <sup>3</sup>	Foram colhidos os valores das áreas que formam os polígonos de paredes e multiplicados pela altura da parede (2,6 m), e descontado 33,33% deste volume que corresponde à argamassa de assentamento.
	2°	5,63	m <sup>3</sup>	
	Tipo	5,63	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	84,5	m <sup>3</sup>	
Argamassa de Assentamento	Térreo	24,28	m <sup>3</sup>	Utilizando as dimensões dos tijolos utilizados pela construtora e considerando as juntas de assentamento de 2 cm, constatou-se que o volume de argamassa corresponde a 18,5% do volume de alvenaria de tijolos furados e 33,33% de tijolos maciços.
	2°	29,13	m <sup>3</sup>	
	Tipo	32,64	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	314,5263	m <sup>3</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 8 - Quantificação de revestimentos em argamassa

ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Chapisco Interno (Tetos)	Térreo	1,004	m <sup>3</sup>	Foram medidas as áreas dos ambientes com revestimento de forro em argamassa e multiplicados por uma espessura de 0,5 cm.
	2°	0	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,4182	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	4,3496	m <sup>3</sup>	
Recoco Interno (Paredes)	Térreo	14,3	m <sup>3</sup>	Foram colhidos os valores de perímetro dos ambientes rebocados em (m), multiplicados por uma altura de parede de 2,60 m e por uma espessura de reboco de 3 cm.
	2°	18,29	m <sup>3</sup>	
	Tipo	52,26	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	450,67	m <sup>3</sup>	
Recoco Interno (Tetos)	Térreo	5,02	m <sup>3</sup>	Foram medidas as áreas dos ambientes com revestimento de forro em argamassa e multiplicados por uma espessura de 2,5 cm.
	2°	0	m <sup>3</sup>	
	Tipo	2,091	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	21,748	m <sup>3</sup>	
Chapisco Externo	Térreo	2,715	m <sup>3</sup>	O perímetro do pavimento foi multiplicado pela altura da parede e por uma espessura de 0,5 cm.
	2°	3,18	m <sup>3</sup>	
	Tipo	1,85	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	20,7318	m <sup>3</sup>	
Reboco Externo	Térreo	21,72	m <sup>3</sup>	O perímetro do pavimento foi multiplicado pela altura da parede e por uma espessura de 4 cm.
	2°	25,44	m <sup>3</sup>	
	Tipo	14,84	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	165,8544	m <sup>3</sup>	
Contrapiso de Argamassa	Térreo	9,607	m <sup>3</sup>	As áreas dos ambientes com contrapiso de argamassa foram multiplicadas por uma espessura de piso de 5 cm.
	2°	7,2	m <sup>3</sup>	
	Tipo	7,36	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	75,687	m <sup>3</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 9 – Quantificação de gesso

ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Forro em Gesso	Térreo	4,48	m <sup>3</sup>	Foram medidas as áreas dos ambientes com revestimento de forro de gesso em placas e multiplicados por uma espessura de placa de 1,5 cm.
	2°	2,16	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,95	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	14,24	m <sup>3</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 10 - Quantificação de instalações elétricas e hidrossanitárias

ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Canos de PVC	Térreo	2,69	m <sup>3</sup>	Foi utilizado o índice de consumo de material de outras obras da empresa de 0,2 m <sup>3</sup> de tubos para cada metro quadrado de área.
	2°	1,66	m <sup>3</sup>	
	Tipo	1,19	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	13,86	m <sup>3</sup>	
Eletrodutos	Térreo	0,33	m <sup>3</sup>	Foi utilizado o índice de consumo de material de outras obras da empresa de 0,57 m de eletrodutos por m <sup>2</sup> , esse comprimento foi multiplicado por uma área correspondente a um tubo de 25 mm de diâmetro
	2°	0,21	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,15	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	1,72	m <sup>3</sup>	
Fios de Cobre	Térreo	0,36	m <sup>3</sup>	Foi utilizado o índice de consumo de material de outras obras da empresa de 25,3 m de fios de cobre por m <sup>2</sup> , esse comprimento foi multiplicado por uma área correspondente a um tubo de 4 mm de diâmetro
	2°	0,22	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,16	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	1,83	m <sup>3</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 11 - Quantificação de revestimentos cerâmicos

ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Piso Cerâmico	Térreo	1,34	m <sup>3</sup>	Foram calculadas as áreas em planta baixa dos ambientes com piso cerâmico e multiplicados por uma espessura de placa de 7 mm.
	2°	0,45	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,44	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	5,35	m <sup>3</sup>	
Paredes c / Revestimento Cerâmico	Térreo	0,57	m <sup>3</sup>	Foram multiplicados os perímetros dos ambientes com revestimento cerâmico pela altura da parede e pela espessura de placa de 7 mm.
	2°	0,35	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,39	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	4,05	m <sup>3</sup>	
Argamassa Colante	Térreo	2,19	m <sup>3</sup>	Foram somadas as áreas de piso e parede com revestimento cerâmico e multiplicadas por uma espessura de argamassa colante de 8 mm.
	2°	1,02	m <sup>3</sup>	
	Tipo	1,02	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	11,34	m <sup>3</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 12 - Quantificação de pintura, massa corrida e textura

ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Massa Corrida Interna (Paredes)	Térreo	542,95	m <sup>2</sup>	Perímetro dos ambientes com acabamento de pintura, multiplicados pelas respectivas alturas de paredes.
	2°	516,57	m <sup>2</sup>	
	Tipo	437,22	m <sup>2</sup>	
	TOTAL	4014,33	m <sup>2</sup>	
Massa Corrida Interna (Teto)	Térreo	192,14	m <sup>2</sup>	Somatório das áreas de forro em gesso e em argamassa
	2°	143,97	m <sup>2</sup>	
	Tipo	147,21	m <sup>2</sup>	
	TOTAL	483,32	m <sup>2</sup>	
Pintura Interna (Paredes)	Térreo	542,95	m <sup>2</sup>	Perímetro dos ambientes com acabamento de pintura, multiplicados pelas respectivas alturas de paredes.
	2°	516,57	m <sup>2</sup>	
	Tipo	437,22	m <sup>2</sup>	
	TOTAL	4557,28	m <sup>2</sup>	
Pintura Interna (Teto)	Térreo	192,14	m <sup>2</sup>	Somatório das áreas de forro em gesso e em argamassa
	2°	143,97	m <sup>2</sup>	
	Tipo	147,21	m <sup>2</sup>	
	TOTAL	1513,79	m <sup>2</sup>	
Textura Externa	Térreo	574,31	m <sup>2</sup>	Perímetro externo do pavimento , multiplicado pela respectiva altura .
	2°	467,7	m <sup>2</sup>	
	Tipo	370,92	m <sup>2</sup>	
	TOTAL	4009,37	m <sup>2</sup>	
Pintura Externa	Térreo	574,31	m <sup>2</sup>	Perímetro externo do pavimento , multiplicado pela respectiva altura .
	2°	467,7	m <sup>2</sup>	
	Tipo	370,92	m <sup>2</sup>	
	TOTAL	4009,37	m <sup>2</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Algumas das atividades quantificadas acima geram outros tipos de resíduos além da própria matéria prima. Esse é o caso dos revestimentos em argamassa e de placas cerâmicas, que são fornecidos em embalagens de papel e papelão, enquanto que as tintas, textura e massa corrida são fornecidas em sacos plásticos. Já as instalações elétricas e hidrossanitárias geram resíduos de alvenaria, pois são abertas canaletas nas paredes para que sejam embutidas as tubulações (tabela 13).

Tabela 13 - Resíduos de alvenaria decorrentes das instalações



ATIVIDADE	PAVIMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	MÉTODO DE CÁLCULO
Canaletas para Eletrodutos	Térreo	2,69	m <sup>3</sup>	Como a maioria das instalações são feitas no forro (sem aberturas), utilizou-se o volume total de tubulações para que haja uma folga entre o tamanho das aberturas e os tubos
	2º	1,66	m <sup>3</sup>	
	Tipo	1,19	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	13,86	m <sup>3</sup>	
Canaletas Para Tubulação Hidrossanitária	Térreo	1,67	m <sup>3</sup>	O comprimento de tubos utilizados foi multiplicado por uma área de 25 cm <sup>2</sup> , já que as aberturas são sempre maiores que as tubulações.
	2º	1,03	m <sup>3</sup>	
	Tipo	0,74	m <sup>3</sup>	
	TOTAL	8,58	m <sup>3</sup>	

(fonte: elaborada pela autora)

Para o cálculo do número de sacos de papel provenientes das embalagens de cimento e cal, foram utilizados os traços de cada argamassa (tabela 14). Para a obtenção do número de sacos, o volume desses materiais foi dividido pelo volume de material contido em cada saco, segundo especificações dos fabricantes (tabela 15). Enquanto isso, o número de caixas de papelão que embalam os revestimentos cerâmicos foi calculado com referência em pisos e azulejos usados em outros empreendimentos da construtora que continham 1,7 m<sup>2</sup> em cada caixa (tabela 16). Nessa mesma tabela é quantificado o número de sacos de argamassa colante para placas cerâmicas, considerando que cada saco possui 20 kg e que tem um rendimento de 4 kg/m<sup>2</sup> segundo especificações do fabricante. O número de embalagens de tintas, massa corrida e textura também foram calculados a partir do rendimento informado pelo fabricante, que fornece esses materiais em sacos plásticos de 12 litros (tabela 17).

Tabela 14 - Traços de argamassas

TRAÇOS DE ARGAMASSAS				
ARGAMASSA	CIMENTO	CAL	AREIA FINA	AREIA MÉDIA
Interna	1	2	1,5	7,5
Externa	1	1,5	1	5
Assentamento	1	0	0	6
Contrapiso	1	0	0	3
Chapisco Interno	1	0	0	3
Chapisco externo	1	0,5	0	3

(fonte: empresa estudada)

Tabela 15 - Embalagens de cimento e cal

ATIVIDADE	PAVIMENTO	Nº SACOS CIMENTO	Nº SACOS CAL
Assentamento de Tijolos	Térreo	99,00	0,00
	2º	119,00	0,00
	Tipo	133,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>1.282,00</b>	<b>0,00</b>
Chapisco Interno (Tetos)	Térreo	0,25	0,00
	2º	0,00	0,00
	Tipo	0,10	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>1,09</b>	<b>0,00</b>
Reboco Interno	Térreo	421,00	644,00
	2º	523,00	778,00
	Tipo	1.498,00	2.239,00
	<b>TOTAL</b>	<b>12.928,00</b>	<b>19.334,00</b>
Contrapiso	Térreo	69,00	0,00
	2º	51,00	0,00
	Tipo	53,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>544,00</b>	<b>0,00</b>
Chapisco Exteno	Térreo	17,00	13,00
	2º	20,00	15,00
	Tipo	12,00	9,00
	<b>TOTAL</b>	<b>133,00</b>	<b>100,00</b>
Reboco Exteno	Térreo	73,00	110,00
	2º	86,00	128,00
	Tipo	50,00	75,00
	<b>TOTAL</b>	<b>559,00</b>	<b>838,00</b>
<b>Nº TOTAL DE SACOS</b>		<b>15.447,09</b>	<b>20.272,00</b>

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 16 - Embalagens provenientes de revestimentos cerâmicos

ATIVIDADE	PAVIMENTO	ÁREA REVESTIDA (m <sup>2</sup> )	Nº DE SACOS	Nº DE CAIXAS
Revestimento Cerâmico	Térreo	99	20	58
	2º	119	24	70
	Tipo	133	27	78
	TOTAL	1282	260	754

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 17 - Embalagens de tintas, textura e massa corrida

ATIVIDADE	PAVIMENTO	ÁREA REVESTIDA (m <sup>2</sup> )	RENDIMENTO (m <sup>2</sup> /l)	Nº DE SACOS
Massa Corrida Interna	Térreo	735	1,16	53
	2º	661	1,16	47
	Tipo	584	1,16	42
	TOTAL	6071	1,16	436
Pintura Interna	Térreo	735	6,11	10
	2º	661	6,11	9
	Tipo	584	6,11	8
	TOTAL	6071	6,11	83
Textura Externa	Térreo	574	1,00	48
	2º	468	1,00	39
	Tipo	371	1,00	31
	TOTAL	4009	1,00	334
Pintura Externa	Térreo	574	3,33	14
	2º	468	3,33	12
	Tipo	371	3,33	9
	TOTAL	4009	3,33	100
			Nº TOTAL DE SACOS	953

(fonte: elaborada pela autora)

Na tabela 18, as quantidades de resíduos foram calculadas a partir dos índices de perdas da bibliografia (apresentados nas tabelas 1 a 3 do item 4.1). Nessa mesma tabela, os resíduos são classificados segundo os critérios da Resolução Conama n. 307/2002 e da NBR 10004/2004. A tabela 19 contém o somatório e as porcentagens dos resíduos correspondentes a cada classe da Resolução Conama n. 307/2002.

Tabela 18 - Quantificação e classificação dos resíduos

RESÍDUO	ÍNDICE	TABELA	QUANTIDADE	UNIDADE	CLASSE (RES. 307)	CLASSE (NBR 10004)
Solo	100%	---	384,6	m <sup>3</sup>	A	II - A
Concreto	9%	1	87,0	m <sup>3</sup>	A	II - B
Aço	11%	1	1,2	m <sup>3</sup>	B	II - B
Madeira	15%	3	22,7	m <sup>3</sup>	B	II - B
Alvenaria de Tijolos Furados	13%	1	224,2	m <sup>3</sup>	A	II - B
Alvenaria de Tijolos Maciços	25,5%	3	21,5	m <sup>3</sup>	A	II - B
Argamassa de Assentamento	0,0028m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> piso	2	16,9	m <sup>3</sup>	A	II - B
Argamassa de Paredes e Tetos	0,0074m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> piso	2	44,7	m <sup>3</sup>	A	II - B
Argamassa de fachada	0,0004m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> piso	2	2,4	m <sup>3</sup>	A	II - B
Argamassa de Contrapiso	0,0006m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> piso	2	3,6	m <sup>3</sup>	A	II - B
Gesso	30%	1	4,3	m <sup>3</sup>	B	II - B
Revestimento Cerâmico - Paredes	9,5%	3	0,5	m <sup>3</sup>	A	II - B
Revestimento Cerâmico - Pisos	7,5%	3	0,3	m <sup>3</sup>	A	II - B
Eletrodutos	15%	1	0,3	m <sup>3</sup>	B	II - B
Tubos de PVC	15%	1	2,1	m <sup>3</sup>	B	II - B
Fios de Cobre	27%	1	0,5	m <sup>3</sup>	B	II - B
Tintas, Texturas e Massa Corrida	17%	1	1,9	m <sup>3</sup>	D	I
Papéis e Papelão	100%	---	45 <sup>(a)</sup>	m <sup>3</sup>	B	II - B
Embalagens Plásticas Contaminadas	100%	---	1,8 <sup>(b)</sup>	m <sup>3</sup>	D	I

(a) Foi constatado em obra que 510 embalagens ocupavam cerca de 1m<sup>3</sup>;

(b) Foi constatado em obra que 810 sacos de cimento ou 990 caixas de cerâmica ocupavam cerca de 1m<sup>3</sup>.

(fonte: elaborada pela autora)

Tabela 19 - Volumes correspondentes a cada classe de resíduos

CLASSE	QUANTIDADE	UNIDADE	PORCENTAGEM
A	785,9	m <sup>3</sup>	90,8%
B	76,0	m <sup>3</sup>	8,8%
C	0,0	m <sup>3</sup>	0,0%
D	3,7	m <sup>3</sup>	0,4%

(fonte: elaborada pela autora)

## 5.4 TRIAGEM

Para que os resíduos dessa construção possam ser reutilizados ou reciclados, sugere-se que eles sejam separados nos seguintes grupos:

- a) madeiras;
- b) metais;
- c) tijolos, argamassa, concreto e azulejos;
- d) gesso;
- e) tintas, solventes, embalagens e materiais contaminados;
- f) papel e papelão.

## 5.5 ACONDICIONAMENTO

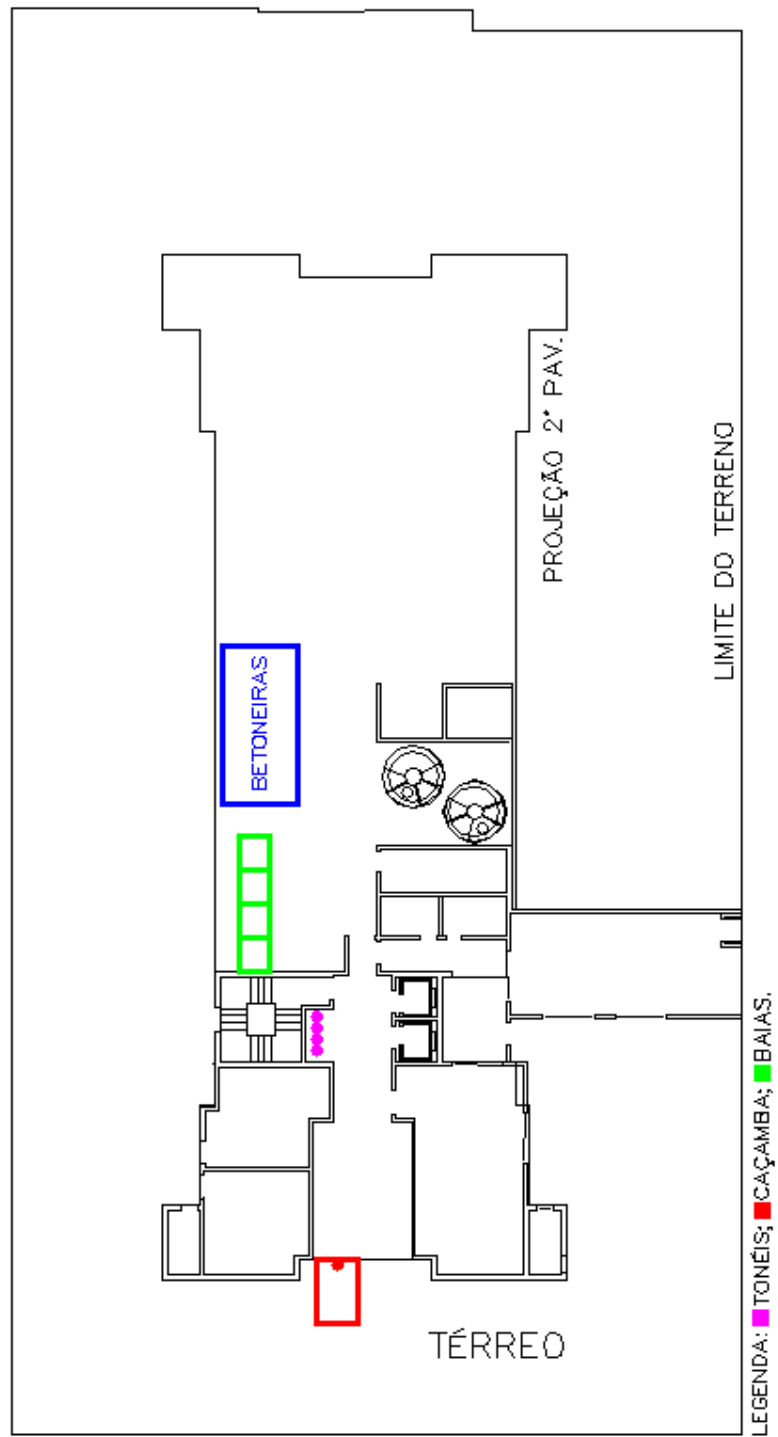
A partir do levantamento de resíduos feito nos itens 6.1 e 6.2 deste capítulo, no quadro 8 foram sugeridos dispositivos para acondicionamento inicial e final dos diferentes tipos de materiais. Como pode-se ver nesse quadro, os resíduos de classe A não possuem dispositivo de acondicionamento inicial pois podem ser levados do local de geração diretamente para o acondicionamento final. No caso do solo, a máquina que faz o arrasamento do terreno já carrega o caminhão que fará o transporte desse material, enquanto que para resíduos de tijolos, argamassa e azulejos fica sugerido que se utilize os tubos verticais para a condução desses materiais (citados no item 4.4.1), assim esses resíduos são depositados nos bocais desses tubos e caem diretamente para uma caçamba estacionária localizada no pavimento térreo. Para melhor esclarecimento da etapa de acondicionamento, a figura 6 representa uma planta baixa do pavimento térreo da construção com os locais sugeridos para os dispositivos de armazenamento.

Quadro 8 - Dispositivos de armazenamento de resíduos

MATERIAL	CLASSE	ACONDICIONAMENTO	
		INICIAL	FINAL
Solo	A	-----	Caminhões
Aço	B	Bombonas/Tonéis	Baias
Madeira	B	Pilhas/Baias	Baias
Tijolos	A	-----	Caçambas
Argamassa	A	-----	Caçambas
Sacos de Papel	B	Bombonas/Tonéis	Baias
Eletrodutos	B	Bombonas/Tonéis	Baias
Fios de Cobre	B	Bombonas/Tonéis	Sacos
Tubos de PVC	B	Bombonas/Tonéis	Baias
Placas Cerâmicas	A	-----	Caçambas
Caixas de Papelão	B	Bombonas/Tonéis	Baias
Placas de Gesso	B	Bombonas/Tonéis	Baias

(fonte: elaborado pela autora)

Figura 6 – Planta baixa com localização de dispositivos de armazenamento



(fonte: elaborada pela autora)

A distribuição dos dispositivos de armazenamento foi feita de forma estratégica para que sejam de fácil acesso tanto para os trabalhadores que irão depositar os resíduos nesses locais, quanto para os que forem recolhê-los para o transporte. Com essa preocupação, foi sugerido na figura 6 que o acondicionamento inicial dos materiais das classes B e D seja feito com a colocação de tonéis ou bombonas na frente dos elevadores, em um compartimento que será utilizado como depósito após o término da construção (desenhados em rosa). Dessa forma, o corredor fica desobstruído para a passagem de pessoas e materiais. Esses dispositivos devem ser instalados em cada pavimento com a intenção de deixar a obra limpa e organizada e para evitar que os resíduos se misturem. Outro ponto que deve ser salientado, é que o número de tonéis ou bombonas pode variar de acordo com os tipos de resíduos gerados em cada etapa da construção, cabendo ao engenheiro responsável pela obra identificar e disponibilizar a quantidade de recipientes que atenda tal demanda.

Quanto ao acondicionamento final, sugere-se que para os resíduos de classe A como tijolos, argamassa e azulejos seja instalada uma caçamba estacionária na parte frontal da edificação (desenhada em vermelho). Assim esse dispositivo pode receber os resíduos vindos de um tubo coletor que pode ser instalado nessa face do edifício, ao mesmo tempo que pode ser acessado por caminhões que farão a sua troca. Já as outras classes de resíduos podem ser armazenadas em baias construídas na lateral da edificação (desenhadas em verde). Esse local é propício para a instalação desses dispositivos, pois fica abaixo da projeção do segundo pavimento, portanto não é molhado pela chuva ao mesmo tempo que fica próximo dos elevadores para receber resíduos vindos de outros pavimentos e pode ser acessado por caminhões que farão a coleta desses materiais.

Ainda com a intenção de aproximar o serviço que gera os resíduos dos locais de acondicionamento, ficou sugerido que as betoneiras de argamassa (desenhadas em azul) sejam instaladas no pavimento térreo próximo às baias, assim os sacos de cimento e cal podem ser depositados diretamente nesses dispositivos. Essa medida ainda minimizará as perdas e materiais como areia, já que os caminhões podem descarregá-la próximo ao local onde ela será usada.

## 5.6 TRANSPORTE

Assim como no item 4.4, essa etapa foi dividida em transporte interno e externo.

### 5.6.1 Transporte Interno

A etapa anterior de acondicionamento foi planejada de modo a diminuir a atividade de transporte interno, já que ela necessita de ter a disposição um trabalhador para executá-la. Uma alternativa que reduz essa necessidade juntamente com um grande número de viagens do elevador é a instalação de tubos condutores de entulhos que foi citada no item 6.4. Esse mecanismo possui um bocal em cada pavimento, executando então a tarefa de transporte vertical de resíduos de classe A.

Diferentemente dos resíduos dessa classe, os de B, e D gerados em cada andar deverão ser transportados pelo elevador. Para que essas descidas de resíduos não atrapalhem o andamento da obra, deve ser planejado um horário em que o elevador não esteja sendo usado para abastecimento de materiais, como por exemplo, aos finais de expediente. Esse transporte deve ser feito com cuidado para que os resíduos não se misturem e prejudiquem a sua reciclagem.

### 5.6.2 Transporte Externo

Seguindo as exigências do artigo 12 da Lei Municipal n. 10847 (PORTO ALEGRE, 2010), as empresas que realizarão o transporte de resíduos desse empreendimento possuem licenciamento para a prática dessa atividade. Tais empresas são as mesmas que já prestam serviços à construtora transportando resíduos de outras obras. O quadro 9 contém os dados desses transportadores e os números de suas licenças que foram obtidos no *site* da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - Fepam RS.

Quadro 9 - Dados das empresas transportadoras



NOME DA EMPRESA	CIDADE	TELEFONE	Nº LICENÇA	VENCIMENTO
TR Transporte de Resíduos LTDA	Canoas - RS	(51)3475-2222	3099	31/10/2014
Alexandre Luiz Fontes	Canoas - RS	(51)3477-5848	6290	29/08/2015
Marina Dell'Osbel	Alvorada - RS	(51)3483-9719	2096	28/04/2014

(fonte: elaborado pela autora)

Para o controle de transporte de resíduos foi elaborada uma planilha (figura 7) com o conteúdo indicado no item 4.4.2.

Figura 7 – Controle de transporte de resíduos

CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS		Nº:	Data:																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>GERADOR</th> <th>TRANSPORTADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Empresa: _____</td> <td>Empresa: _____</td> </tr> <tr> <td>CNPJ: _____</td> <td>CNPJ: _____</td> </tr> <tr> <td>Endereço: _____</td> <td>Tipo de veículo _____</td> </tr> <tr> <td>Tel: _____</td> <td>Placa: _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Nº Licença: _____</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tel: _____</td> </tr> </tbody> </table>		GERADOR	TRANSPORTADOR	Empresa: _____	Empresa: _____	CNPJ: _____	CNPJ: _____	Endereço: _____	Tipo de veículo _____	Tel: _____	Placa: _____		Nº Licença: _____		Tel: _____									
GERADOR	TRANSPORTADOR																							
Empresa: _____	Empresa: _____																							
CNPJ: _____	CNPJ: _____																							
Endereço: _____	Tipo de veículo _____																							
Tel: _____	Placa: _____																							
	Nº Licença: _____																							
	Tel: _____																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESTINATÁRIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Empresa: _____</td> </tr> <tr> <td>CNPJ: _____</td> </tr> <tr> <td>Endereço: _____</td> </tr> <tr> <td>Nº Licença: _____</td> </tr> <tr> <td>Tel: _____</td> </tr> </tbody> </table>		DESTINATÁRIO	Empresa: _____	CNPJ: _____	Endereço: _____	Nº Licença: _____	Tel: _____																	
DESTINATÁRIO																								
Empresa: _____																								
CNPJ: _____																								
Endereço: _____																								
Nº Licença: _____																								
Tel: _____																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE RESÍDUO</th> <th>QUANTIDADE</th> <th>UNIDADE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				TIPO DE RESÍDUO	QUANTIDADE	UNIDADE																		
TIPO DE RESÍDUO	QUANTIDADE	UNIDADE																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CARIMBOS/ASSINATURAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Gerador</td> <td>transportador</td> <td>Destinatário</td> </tr> </tbody> </table>				CARIMBOS/ASSINATURAS						Gerador	transportador	Destinatário												
CARIMBOS/ASSINATURAS																								
Gerador	transportador	Destinatário																						

(fonte: elaborado pela autora)

## 5.7 DESTINAÇÃO

Adotando o mesmo critério da etapa de transporte, as empresas escolhidas para a destinação final dos resíduos são as mesmas das outras obras da construtora. Tais empresas foram relacionadas no quadro 10. Já no quadro 11, são indicadas duas das dezoito unidades de triagem de Porto Alegre que a construtora costuma enviar principalmente plástico (não contaminado), papel e papelão provenientes de embalagens de materiais.

Os resíduos gerados no refeitório e nos banheiros da obra, que são constituídos de material orgânico, devem ser destinados à coleta domiciliar de lixo feita pelos caminhões do Departamento Municipal de Limpeza Urbana. Esta coleta é feita três vezes por semana em toda a cidade.

Quadro 10 – Empresas de destinação final de resíduos

EMPRESA	LOCALIZAÇÃO	LICENÇA	ÓRGÃO	CLASSE DE RESÍDUO	
				CONAMA	NBR 10.004
Ecovillage - Central de Resíduos da Construção Civil	Porto Alegre - RS	426/08	SMAM	A	II A
Fundação de Resíduos Sólidos - Funersoli	São Leopoldo - RS	4878/08	FEPAM	B e D	I e II
Multiserviços de Limpeza e Conservação	Sapucaia - RS	2713/08	FEPAM	B e D	IIA e IIB
Pró-ambiente Indústria e Comércio LTDA	Gravataí - RS	6061/08	FEPAM	B e D	I e II

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 11 – Unidades de triagem e reciclagem

UNIDADES DE TRIAGEM E RECICLADORAS	LOCALIZAÇÃO	RESÍDUO
Associação Comunitária Campo da Tuca	Porto Alegre	Papel, papelão, vidro, plástico e aço
Centro de Triagem Vila Pinto	Porto Alegre	Papel, papelão, vidro e plástico

(fonte: elaborado pela autora)

## 5.8 SUGESTÕES DE REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS

Para os tipos de materiais utilizados nessa construção, foram identificadas algumas ações que promovem os 3R do gerenciamento de resíduos da construção. A medida que essas e outras ideias que forem postas em prática, as quantidades de resíduos quantificadas no item 6.2 tendem a diminuir.

São essas medidas:

- a) ao comprar tijolos, solicitar também uma certa quantidade de meio-tijolos, dessa forma haverá menos quebra na junção de duas paredes;
- b) ainda com a intenção de diminuir as quebras, comprar pisos e azulejos compatíveis com a dimensão dos ambientes;
- c) aplicar desmoldante nas fôrmas de madeira para que sejam menos danificadas e utilizadas mais vezes;
- d) comprar aço já cortado nos tamanhos desejados;
- e) armazenar os materiais de forma correta evitando que eles sejam danificados e descartados;
- f) fazer uma profunda análise dos projetos antes de serem executados para que sejam evitadas modificações no decorrer da construção;
- g) ao contratar fornecedores de materiais, escolher aqueles que recebem os seus resíduos ou embalagens para reciclá-los ou reutilizá-los;
- h) instruir os trabalhadores para evitar o desperdício de materiais como, por exemplo, guardar azulejos cortados para reutilizar em ambientes com o mesmo revestimento ou recolher a argamassa de reboco que cai no chão para lançá-la novamente;
- i) enviar os materiais que não serão mais utilizados para as outras obras da construtora ao invés de descartá-los.

## 5.9 RESUMO DO PGRCC

O quadro 12 representa um resumo das principais informações de cada etapa do PGRCC proposto:

Quadro 12 – Resumo do PGRCC

PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL			
Dados do Empreendimento		Dados da Empresa	
Localização: Av. Dr. Carlos Barbosa, Bairro Azenha - Porto Alegre		Razão Social: XXXX	
Tipo de Edificação: residencial		CNPJ: XXXXXXXXXXXXX	
Área do Terreno: 1.923,22 m <sup>2</sup>		Endereço: XXXXXXXXX	
Área Construída: 6.043,16 m <sup>2</sup>		Telefones: XXXXXXXXX	
Nº de Pavimentos: 10		E-mail: XXXXXXXXX	
Volume Total de RCD: 884 m <sup>3</sup>		Reperesentante: XXXXXXXXX	
Responsável Técnico pela Implantação do PGRCC		Responsável Técnico pelo PGRCC	
Responsável Técnico: XXXXXXXXXXXXX		Responsável Técnico: XXXX	
Nº Registro Crea: XXXXX		Nº Registro Crea: XXXXX	
Telefones: XXXXXXXXX		Telefones: XXXXXXXXX	
E-mail: XXXXXXXXX		E-mail: XXXXXXXXX	
DESCRIÇÃO DOS RESÍDUOS			
RESÍDUO	QUANTIDADE (m <sup>3</sup> )	CLASSE	TOTAL POR CLASSE
Solo	384,6	A	785,9 m <sup>3</sup>
Concreto	87,0	A	
Alvenaria de Tijolos Furados	224,2	A	
Alvenaria de Tijolos Maciços	21,5	A	
Argamassa de Assentamento	16,9	A	
Argamassa de Paredes e Tetos	44,7	A	
Argamassa de fachada	2,4	A	
Argamassa de Contrapiso	3,6	A	
Revestimento Cerâmico - Paredes	0,5	A	
Revestimento Cerâmico - Pisos	0,3	A	
Aço	1,2	B	75,9 m <sup>3</sup>
Madeira	22,7	B	
Gesso	4,3	B	
Eletrodutos	0,3	B	
Tubos de PVC	2,1	B	
Fios de Cobre	0,5	B	
Papéis e Papelão	45,0	B	
Tintas, Texturas e Massa Corrida	1,9	D	3,7 m <sup>3</sup>
Embalagens Plásticas Contaminadas	1,8	D	

continua

continuação

DISPOSITIVOS DE ACONDICIONAMENTO		
Classe	Acondicionamento Inicial	Acondicionamento Final
A	não possui essa etapa	caçambas
B	bombonas ou tonéis	sacos ou baias
D	bombonas ou tonéis	baias

EMPRESAS DE TRANSPORTE			
Razão Social	Cidade	Telefone	Nº Licença Fepam
TR Transporte de Resíduos LTDA	Canoas - RS	(51)3475-2222	3099
Alexandre Luiz Fontes	Canoas - RS	(51)3477-5848	6290
Marina Dell'Osbel	Alvorada - RS	(51)3483-9719	2096

LOCAIS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS			
Empresa	Localização	Licença	Classe de Resíduo
Ecovillage - Central de Resíduos da Construção Civil	Porto Alegre -RS	Smam - 426/08	A
Fundação de Resíduos Sólidos - Funersoli	São Leopoldo-RS	Fepam - 4878/08	B e D
Multiserviços de Limpeza e Conservação	Sapucaia - RS	Fepam - 2713/08	B e D
Pró-ambiente Industria e Comércio LTDA	Gravataí - RS	Fepam - 6061/08	B e D
Associação Comunitária Campo da Tuca	Porto Alegre -RS	Não possui	B
Centro de Triagem Vila Pinto	Porto Alegre -RS	Não possui	B

(fonte: elaborado pela autora)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo secundário a criação de diretrizes para elaboração de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Essas diretrizes foram a principal ferramenta para que fosse atingido o objetivo principal que foi a elaboração de um PGRCC para uma construção em Porto Alegre. Ao longo do desenvolvimento pôde ser constatado o cumprimento de todos os itens presentes nessas diretrizes, uma vez que elas foram baseadas na legislação vigente e em projetos de gerenciamento de resíduos de outras obras da empresa, pode-se concluir que o PGRCC proposto é consistente.

Contudo, durante o desenvolvimento deste projeto foram encontradas algumas dificuldades. Uma delas foi a ocorrência de grandes diferenças entre os índices de perda das bibliografias que foram usadas para o cálculo do volume de resíduos da maioria dos materiais. Nesses casos, procurou-se utilizar os valores intermediários.

Ao constatar esses contrastes entre os autores, fica claro, portanto, que existe a necessidade de uma padronização desses índices, para que as construtoras possam ter uma estimativa mais aproximada dos resíduos que serão gerados em suas obras. Com isso, o estudo da viabilidade de reciclagem de resíduos no canteiro de obras é facilitado, bem como das opções de métodos construtivos na tentativa de minimizar as perdas.

Outro ponto de dificuldade encontrado foi a escolha dos destinos finais para os resíduos da obra estudada. Para o município de Porto Alegre, foram encontradas opções de destino final para os resíduos das classes A e B, enquanto que para as classes C e D não há indicação de opções no *site* da Prefeitura. Portanto a solução adotada para a destinação dessas duas classes foi a mesma já utilizada em outras obras da empresa, que é o envio desses resíduos para empresas de outras cidades.

Essa medida não é proibida em nenhuma das leis estudadas, no entanto é considerada inadequada já que essas cidades periféricas acabam recebendo grandes quantidades de resíduos pelos quais não foram responsáveis pela geração, ou seja, essas cidades **pagam o preço** pelo desenvolvimento do setor da construção da Capital. Outro problema que essa falta de opção pode causar é a disposição de resíduos em locais inadequados, por esses locais licenciados serem distantes dos locais de geração.

Por fim, o gerenciamento de resíduos da construção merece maior preocupação de todas as partes envolvidas, que englobam as empresas construtoras e a administração pública. É visível que as construtoras devem se comprometer com o seu dever de reduzir, reutilizar, reciclar e separar os resíduos; enquanto que as prefeituras devem fornecer locais para o descarte de resíduos e garantir que os geradores o estejam fazendo de maneira correta por meio de fiscalização.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V. Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios. In: SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 4., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ibracon, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15113**: resíduos sólidos da construção civil – aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15114**: resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004c.
- BLUMENSCHNEIN, R. N. **Manual técnico**: gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras. Brasília: Sebrae-DF, 2007.
- BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em: 15 nov. 2011.
- CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Rio Grande do Sul. **Resolução n. 109**, de 22 de setembro de 2005. Estabelece diretrizes para elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios. Porto Alegre, RS, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 11 set. 2011.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 275**, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>>. Acesso em: 15 nov. 2011.
- \_\_\_\_\_. **Resolução n. 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 11 set. 2011.
- FERNANDES, M. P. M.; SILVA FILHO, L. C. P da. Gestão de resíduos: construção e desconstrução de conceitos no canteiro de obras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. **Resumos...** Canela: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010. Não paginado.



GOYAZ CAÇAMBAS TRANSPORTES E TRUCKS LTDA. **Caçambas Basculantes**. Goiânia, 2011. Disponível em: <[http://goiania.iclaz.com.br/fabrica-o-de-ca-ambas-basculantes-de-8-10-12-e-14-metros-com-alta-qualidade-e-resistencia\\_ii\\_5688.html](http://goiania.iclaz.com.br/fabrica-o-de-ca-ambas-basculantes-de-8-10-12-e-14-metros-com-alta-qualidade-e-resistencia_ii_5688.html)>. Acesso em: 6 set. 2011.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Curitiba: CREA-PR, 2009.

LOCABIN LOCADORA DE ANDAIMES LÉTRICOS. **Duto Para Entulho**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.locabin.com.br>>. Acesso: 18 dez. 2011.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: Pini, 2006.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

\_\_\_\_\_. (Coord.). **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: a experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Sinduscon-SP, 2005.

PINTO, T. de P.; GONZÁLEZ, J. L. R. (Coord.) **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CREA-SP, 2005.

PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Lei n. 10474**, de 23 de junho de 2008. Disciplina a utilização das caçambas estacionárias nas vias públicas municipais, determina penalidades pelo não-cumprimento ao disposto nesta Lei, e revoga as Leis n. 7.969, de 21 de janeiro de 1997, 8.401, de 2 de dezembro de 1999, e 9.080, de 9 de janeiro de 2003, e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2008. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/500743/lei-10474-08-porto-alegre-rs>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Lei n. 10629**, de 20 de fevereiro de 2009. Cria, no município de Porto Alegre, o programa de gestão de resíduos sólidos e orgânicos, destinado aos estabelecimentos que necessitem de licenciamento ambiental para o seu funcionamento, e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2009. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/499978/lei-10629-09-porto-alegre-rs>>. Acesso em 15 nov. 2011.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Lei Ordinária n. 10847**, de 9 de março de 2010. Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil do município de Porto Alegre, estabelece as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2010. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/showinglaw.pl>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

PROAMB. **Caminhão Poliguindaste**. Bento Gonçalves, 2011. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/por/aterro-industrial/transporte/>> Acesso em: 6 set. 2011.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei n. 9.921**, de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3. da Constituição do Estado e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 1993. Disponível em: <[http://www.geocities.ws/ambienteche/lei\\_9921.html](http://www.geocities.ws/ambienteche/lei_9921.html)>. Acesso: 15 nov. 2011.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 11.520**, de 3 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2000. Disponível em: <[srv00.tce.rs.gov.br:8081/blm/...A\\_ate.../47-LEI-11520-2000.doc](srv00.tce.rs.gov.br:8081/blm/...A_ate.../47-LEI-11520-2000.doc)>. Acesso: 15 nov. 2011.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A. C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out. 2004. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3573>>. Acesso em: 17 maio 2012.