



**UNILASALLE**  
CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE



CARLOS EDUARDO IPONEMA COSTA

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE GUAÍBA / RS**

CANOAS, 2014

CARLOS EDUARDO IPONEMA COSTA

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE GUAÍBA**

Dissertação de Mestrado apresentada à banca examinadora do curso de Mestrado em Avaliações de Impactos Ambientais do Centro Universitário La Salle - Unilasalle, como exigência parcial para a obtenção do grau de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais.

Orientação: Prof<sup>a</sup> Dra. Tatiana Calvete

Coorientação: Prof. Dr. Rubens Müller Kautzmann

CANOAS, 2014

CARLOS EDUARDO IPONEMA COSTA

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE GUAÍBA**

Dissertação de Mestrado apresentada à banca examinadora do curso de Mestrado em Avaliações de Impactos Ambientais do Centro Universitário La Salle - Unilasalle, como exigência parcial para a obtenção do grau de Mestre em Avaliação de Impactos Ambientais.

Aprovado pela banca examinadora em 09 de Julho de 2014.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. Sydney Sabedot  
Centro Universitário La Salle - Unilasalle

---

Prof. Dr. Eduardo Forneck  
Centro Universitário La Salle - Unilasalle

---

Prof. Dr. Márcio Rosa D'Avila  
PUCRS

## RESUMO

O setor da construção é reconhecido pelas importantes atividades desenvolvidas para o crescimento social e econômico. Entretanto, este é, também, um potencial gerador de impactos ambientais, seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos, cuja destinação geralmente é inadequada. A quantidade de resíduos sólidos vem aumentando significativamente, em virtude do constante crescimento populacional e do desenvolvimento industrial, afetando tanto a fauna, quanto a flora e, muitas vezes, ocasionando alterações do ecossistema e desastres ecológicos. Diante desse contexto, neste trabalho foi realizado um diagnóstico preliminar da situação atual dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, objetivando identificar a geração, transporte, utilização e a caracterização dos resíduos sólidos. O levantamento de dados foi feito em 13 bairros, escolhidos de forma a localizar o maior número de construções em andamento e os locais de deposições irregulares de RCD. Foi constatado que os RCDs foram gerados, principalmente, por novas obras de construção, seguidas das reformas e das demolições de edificações. Foram encontrados diferentes materiais nos RCDs, tais como cerâmicas, fibrocimento, argamassa incorporada à cerâmica, tijolo, concreto, madeira, papel, papelão, gesso, louça, metal e plástico. No município existe um aterro para recebimento desse material, cuja licença de operação expira em 2014. A coleta e o transporte dos RCDs, das construções até o aterro, vêm sendo realizados por duas empresas licenciadas, através de caminhões com caçambas de coleta de 4,5 m<sup>3</sup>, mas foram observados muitos depósitos irregulares nos bairros elencados na pesquisa. Constatou-se a necessidade de implantação de um Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, conforme os padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Construção civil. Diagnóstico.

## ABSTRACT

The construction sector is recognized as one of the most important activities for social and economic growth. But, also, is a potential generator of environmental impacts, either by consumption of natural resources, the modification of the landscape or the generation of waste, whose disposal is generally inadequate. The amount of solid waste has increased significantly, due to steady population growth and industrial development, affecting both fauna, the flora and often causing changes in the ecosystem and ecological disasters. In this context, this work a preliminary diagnosis of the current situation of the Construction and Demolition Waste (CDW) in the municipality of Guaíba was conducted in the state of Rio Grande do Sul, aiming to identify the generation, transportation, use and characterization of solid waste . The survey was done in 13 districts, chosen to locate the largest number of buildings in progress and places of irregular depositions of RCD. It was found that the RCDs were generated primarily by new construction, renovations and followed by the demolition of buildings. Different materials were found in RCDs, such as ceramics, cement, mortar incorporated into the ceramic, brick, concrete, wood, paper, cardboard, plaster, earthenware, metal and plastic. There, in the city, a landfill to receive this material, whose operating license expires in 2014 The collection and transport of RCDs, the buildings to the landfill, have been conducted by two licensed companies through pickup trucks with buckets 4,5m<sup>3</sup>, but observed very clandestine storage in neighborhoods listed in the survey. Noted the need to implement a Plan of Construction Waste Management, under the standards established by CONAMA.

Keywords: Solid Waste. Construction. Diagnosis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica do município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul.....	17
Figura 2: Relação entre os principais profissionais contratados para a realização de um empreendimento considerando as fases de projeto e de produção.....	25
Figura 3: Resíduos de construção e demolição depositados irregularmente na rua, com volume predominante de argamassa, tijolos e sacos de cimento .....	31
Figura 4: Área de estudo abrangendo os locais de construção e de descarte de Resíduos da Construção e Demolição no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul (coordenadas geográficas de referência: S 30°08'45"; O 51°21'08") sobre imagem Google Earth (2014). .....	39
Figura 5: Localização do aterro de Resíduos de Construção e Demolição licenciado pela prefeitura do município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul (coordenadas geográficas de referência: S 30°07'00"; O 51°21'49") na imagem Google Earth (2014).....	48
Figura 6: Registro fotográfico do acesso ao aterro de Resíduos de Construção e Demolição do município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, sem identificação e controle de entrada, em janeiro de 2014.....	49
Figura 7: Diferentes tipos de materiais observados em uma amostra de Resíduos da Construção e Demolição no aterro licenciado no município de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul, em janeiro de 2014. ....	50
Figura 8: Composição estimada dos resíduos encontrados no aterro de Resíduos de Construção e Demolição do município de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul.....	51
Figura 9: Registro fotográfico que demonstra a diversidade de materiais encontrados no Aterro de Resíduos de Construção e Demolição licenciado pela prefeitura no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, em janeiro de 2014.....	52
Figura 10: Gráfico que relaciona o percentual de componentes dos diferentes tipos de Resíduos da Construção e Demolição nas obras visitadas no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul .....	53

Figura 11: Resíduo de tijolos gerados principalmente na etapa de vedação da construção, encontrados em levantamento de campo no município de Guaíba .....	56
Figura 12: Localização das obras visitadas no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro de 2014 a março de 2014 (coordenadas geográficas de referência: S 30°06'53"; O 51°19'41"), na imagem Google Earth (2014) .....	57
Figura 13: Deposição dos Resíduos da Construção e Demolição em obra nova visitada no município de Guaíba em março de 2014 .....	59
Figura 14: Gráfico que relaciona a composição dos resíduos da construção e demolição e os pontos onde foram depositados irregularmente em Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014 .....	61
Figura 15: Registro de deposição irregular de resíduos de construção e demolição no ponto 1 no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014 (coordenadas geográficas de referência: S 30°06'36"; O 51°19'30"), na imagem Google Earth (2014) .....	62
Figura 16: Registro de deposição irregular de resíduos de construção e demolição no Ponto 2, no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014 (coordenadas geográficas de referência: S 30°08'23"; O 51°19'55"), na imagem Google Earth (2014) .....	63
Figura 17: Mapa com a identificação dos pontos de deposições irregulares encontrados no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014 .....	65
Figura 18: Imagem das caçambas de recolhimento de entulho das empresas licenciadas a coletar e transportar os resíduos de construção e demolição no município de Guaíba .....	66
Figura 19: Gráfico que relaciona a área construída em função do período em que vem sendo realizado o licenciamento ambiental no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul .....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sistemas de avaliação e certificação ambiental de edifícios para o setor.....	27
Tabela 2: Pré-requisitos que qualificam edifícios do setor da construção civil para a certificação ambiental do sistema Leadership in Energy and Environmental Design.....	28
Tabela 3: Tempo estimado de decomposição dos materiais que são despejados em rios, lagos e oceanos.....	33
Tabela 4: Competências dos trabalhadores da produção nos canteiros de obras responsáveis pela Gestão de Resíduos de Construção e Demolição .....	35
Tabela 5: Percentual dos volumes estimados de resíduos de construção e demolição depositados em locais irregulares no município de Guaíba no período de dezembro de 2013 a março de 2014 .....	62
Tabela 6: Quantidade de empreendimentos licenciados, área construída e quantidade de planos de destinação de resíduos apresentados anualmente, no período de 2011 a 2013, no município de Guaíba.....	70
Tabela 7: Relação das diferentes tipologias e áreas construídas de obras cujo licenciamento ambiental foi aprovado em Guaíba, no período de 2011 a 2013 .....	72
Tabela 8: Número de empreendimentos com licenças ambientais aprovadas no município de Guaíba que apresentaram planos de gestão de resíduos considerando a área das obras construídas, período de 2011 a 2013 .....	73
Tabela 9: Relação de bairros do município de Guaíba onde as obras tiveram o licenciamento ambiental aprovado.....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS

ha	Hectare
kg/hab	Quilograma por habitante
km <sup>2</sup>	Quilometro quadrado
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
mm	Milímetro
O	Oeste
S	Sul

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
COMCAP	Companhia Melhoramentos da Capital
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
NABERS	<i>National Australian Buildings Environmental Rating System</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PGRCC	Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RCD	Resíduo da Construção e Demolição
RCDs	Resíduos da Construção e Demolição

RMPA	Região Metropolitana de Porto Alegre
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SMAMA	Secretaria Municipal da Agricultura e Meio ambiente
TG	Taxa de geração
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 Objetivo geral .....	14
2.2 Objetivo específico .....	14
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	15
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
4.1 O município de Guaíba .....	16
4.2 Impactos gerados na construção civil .....	18
4.3 Certificações ambientais e os resíduos sólidos .....	23
4.4 Ambiente construído segundo o critério técnico resíduos sólidos .....	29
4.5 Tecnologias e práticas para redução de consumo dos materiais .....	36
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	38
5.1 Levantamento de campo.....	39
5.2 Análises do cadastro das licenças ambientais das obras de construção do município de Guaíba.....	43
5.3 Entrevistas com atores da gestão pública e privada de Resíduos de Construção e Demolição.....	44
5.4 Estimativa da coleta de Resíduos de Construção e Demolição pelas empresas responsáveis no município de Guaíba.....	46
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
6.1 Levantamento de resíduos da construção e demolição realizado no aterro licenciado pela prefeitura.....	47
6.2 Levantamentos das obras que estavam em andamento no município.....	52
6.3 Levantamento nos locais de deposição irregular.....	59
6.4 Levantamento das coletas de resíduos da construção e demolição por empresas licenciadas.....	66
6.5 Análise do cadastro das licenças ambientais das obras de construção do município de Guaíba.....	69
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	77
<b>8 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	79
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	80

<b>ANEXO A – Modelo de Licença ambiental aprovada de construções em Guaíba entre 2011 a 2013.....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE A - Licenças ambientais aprovadas das construções em Guaíba protocoladas entre 2011 a 2013.....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE B – Quantificação das diferentes licenças ambientais aprovadas em Guaíba, no período de 2011 a 2013.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE C – Relação das amostras de resíduos encontrados no aterro de Resíduos de Construção e Demolição no município de Guaíba.....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE D – Obras em andamento visitadas e tipos de resíduos gerados no município de Guaíba.....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE E – Locais de deposições irregulares, composição e volume de resíduos de construção e demolição no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014.....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE F – Questionário aplicado às empresas coletoras e transportadoras licenciadas atuantes no município de Guaíba.....</b>	<b>94</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor da construção é reconhecido por apresentar as mais importantes atividades para o crescimento social e econômico, mas, também, é um potencial gerador de impactos ambientais, seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. Essas atividades geram uma parcela predominante da massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades (SINDUSCON-SP, 2011).

Os resíduos das construções civis são gerados em elevado volume e, caso não tenham uma destinação adequada, podem acarretar sérios problemas ambientais na região construída. A sociedade e os órgãos governamentais estão percebendo que essa questão pode ser solucionada e, conseqüentemente, estão adotando novas posturas diante dos fatos, como por exemplo, a procura pela educação ambiental, o desenvolvimento de congressos e seminários e a criação de programas ambientais que abordem esse tema (SINDUSCON-SP, 2011).

O intuito deste trabalho é analisar a situação atual do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição no município de Guaíba, com a finalidade de fornecer subsídios para o desenvolvimento de soluções adequadas para a gestão dos mesmos por parte dos diversos agentes envolvidos no processo. Nesse sentido, foram realizadas visitas a construções e reformas em diferentes bairros do município, caracterização visual e qualificação estimada do volume de resíduos depositados regularmente e irregularmente e mapeamento dos locais de deposição. Durante a investigação, foram identificados os tipos de resíduos, como foram gerados, de que forma vêm sendo utilizados nas obras e como vêm sendo transportados até o aterro licenciado. No decorrer do trabalho, foram apontados os principais problemas enfrentados pela construção no município de Guaíba e discutidas possíveis soluções.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho visa diagnosticar a atual situação da gestão dos resíduos da construção e demolição (RCD) do município de Guaíba no estado do Rio Grande do Sul.

### **2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) analisar o gerenciamento dos resíduos da construção e demolição dentro do canteiro de obra;
- b) estimar qualitativamente e caracterizar visualmente o descarte regular e irregular de resíduos da construção e demolição;
- c) levantamento de locais de geração de RCD;
- d) identificar e diagnosticar qualitativamente o destino dos RCD: regularizado e irregulares.

### **3 JUSTIFICATIVA**

A quantidade de resíduos sólidos gerados na construção civil, que se multiplica devido ao grande volume de obras realizadas, o descarte irregular e os problemas ambientais que a destinação inadequada desses subprodutos acarreta, estimularam o autor a realizar um diagnóstico preliminar da situação atual da gestão de resíduos da construção no município de Guaíba no estado do Rio Grande do Sul, de forma a contribuir para que medidas adequadas para seu descarte possam ser implementadas pelo poder público.

A escolha do município de Guaíba para realização desse trabalho se justifica por ser um município que está em desenvolvimento no que concerne ao crescimento populacional e habitacional, além de atualmente, possuir um novo meio de transporte que facilitou o acesso dessa cidade à capital, dando maior visibilidade.

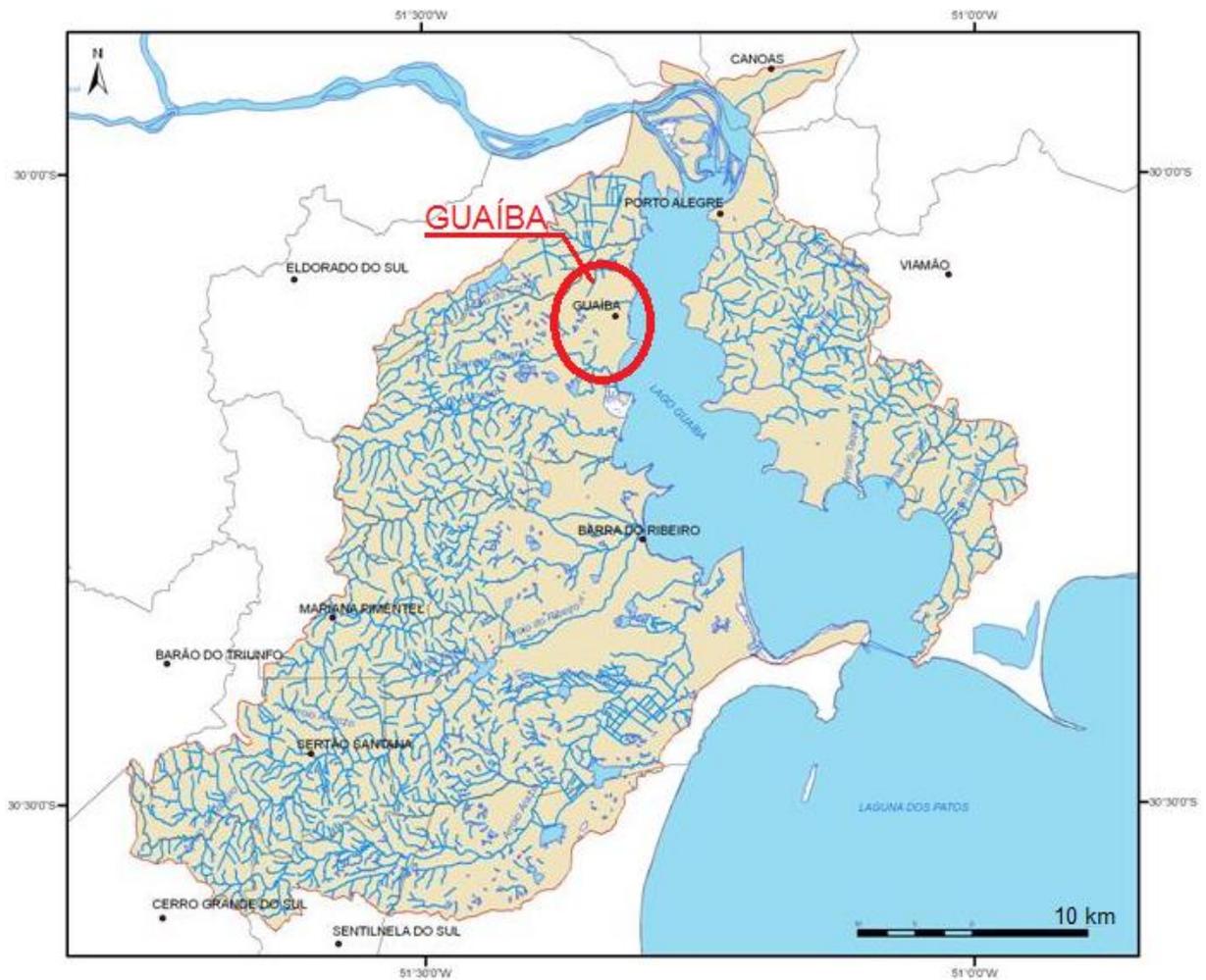
## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesse capítulo são apresentados os principais problemas ambientais gerados pelos resíduos oriundos nas construções e demolições do município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, bem como as ações e medidas que podem ser tomadas para sua mitigação, de acordo com os principais sistemas de certificação ambiental e resoluções do CONAMA.

### **4.1 O município de Guaíba**

O município de Guaíba está situado na Depressão Central, às margens do lago Guaíba, e é considerado parte da região Metropolitana de Porto Alegre, distando 32 km da capital. Seu território de 380,53 km<sup>2</sup> limita-se com os municípios de Barra do Ribeiro e Mariana Pimentel, ao sul; com Eldorado do Sul, ao oeste e ao norte; e com o estuário do Guaíba, ao leste. Sua população é de 98.688 habitantes, representando 252,57 pessoas por km<sup>2</sup> (IBGE, 2013). As coordenadas geográficas de referência são S 30°07'06" e W 51°19'17", conforme figura 1. O município de Guaíba possui várias vias de acesso rodoviário (BR 116 – rodovia federal; estrada do Conde – rodovia estadual e RS 05 – Guaíba/Barra do Ribeiro) e fluvial (Lago Guaíba) (GUAÍBA, 2010).

Figura 1 – Localização geográfica do município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul (coordenadas geográficas de referência: S 30°07'06"; O 51°19'17").



Fonte: RIO GRANDE DO SUL. DRH-SEMA, 2008.

Dentre os municípios da região metropolitana de Porto Alegre (RMPA), Guaíba apresenta o décimo oitavo produto interno bruto per capita (PIB), segundo o indicador per capita (produto, renda, despesa) do ano de 2011, com R\$ 26.479,00 (IBGE, 2011). O setor industrial responde por 56,12% do valor agregado na produção, enquanto que o setor agropecuário não é significativo na formação da riqueza do município, respondendo apenas por 3,73%. O setor terciário, por sua vez, responde pelos 40,15% restantes (GUAÍBA, 2010).

Há quatro anos foi iniciado um levantamento sobre as áreas verdes públicas ocupadas ilegalmente, entretanto a tarefa não foi concluída (GUAÍBA, 2010). Atualmente, uma bióloga acadêmica, com apoio da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente (SMAMA), está realizando um estudo sobre o tema,

com a pretensão de obter o índice de áreas verdes do município, ou seja, verificar qual a relação entre a área dos espaços verdes de uso público e a quantidade de habitantes (GUAÍBA, 2012).

No ano de 2003, foram iniciadas algumas medidas de cunho ambiental com a intenção de se adaptar às exigências normativas federais. Houveram, então, algumas iniciativas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares (RSD), coleta de óleo comestível e o ecoponto para pneumáticos. Na ocasião, o antigo lixão municipal foi substituído por um aterro sanitário licenciado pelo órgão ambiental estadual. Entretanto, este já possui uma data para encerramento das atividades de recebimento de resíduos domiciliares (GUAÍBA, 2012).

Conforme relato extraído do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2010):

a tendência, no município, como em todo o país, é do aumento da geração de resíduos, decorrente da ampliação de irregularidades, dificuldade de destinação de resíduos em aterros adequados, custos crescentes e carência de estrutura gerencial. São problemas que terão que ser resolvidos com brevidade, pela sua complexidade, e pelas exigências estabelecidas na legislação federal de recente edição.

Referente às atividades de limpeza corretiva, a população não tem colaborado com iniciativas de gerenciamento adequado dos resíduos, cabendo ao poder público a coleta de resíduos dispostos inadequadamente. Os funcionários da SMAMA, em serviços técnicos diversos, ao realizarem saídas a campo informam sobre pontos com deposição de resíduos, para que seja providenciada sua remoção. Placas informativas também são fixadas nos locais em que a deposição de materiais é frequente. Nos casos em que o infrator é conhecido, a fiscalização é acionada. Segundo relatos de funcionários da SMAMA, no período entre 2011 a 2012 foram emitidas 15 notificações mensais, em média, além de inúmeras comunicações em áreas de maior ocorrência de deposição irregular de resíduos.

#### **4.2 Impactos gerados pela construção civil**

Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 001/1986, impacto ambiental é definido como

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultantes das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

É notório que os problemas ambientais advêm de variadas fontes, sendo a construção civil uma das maiores causadoras de danos ao meio ambiente. Esse setor é um grande consumidor de recursos naturais e energéticos, além de gerador de resíduos. Esses impactos são originados tanto na fase de construção, como na fase de utilização e demolição dos edifícios. Considerando a importância desse segmento na transformação do meio ambiente, o setor é, cada vez mais, um objeto de preocupação (SILVA, 2004).

O ambiente construído é um dos principais responsáveis pelo aumento do consumo de energia, água e materiais naturais, e essa tendência tem aumentado ao longo dos anos, pois esses recursos são essenciais para as atividades humanas. Toda edificação nova produz impactos que podem ser ambientais, sociais ou econômicos, tendo em vista que as significativas mudanças ocasionadas pela construção civil interferem na sociedade de alguma maneira (SILVA, 2004). Aproximadamente 20 a 50% do volume total de recursos naturais empregados no setor produtivo são consumidos pela construção civil (JOHN, 2000).

O consumo excessivo das fontes naturais está diretamente relacionado às necessidades de conforto e de qualidade de vida da sociedade moderna. Outro aspecto que promove o excesso de consumo de recursos é a falta de qualidade dos edifícios construídos nas últimas décadas, que não correspondem às necessidades exigidas pelos usuários, como, por exemplo, o nível de conforto térmico e acústico, a ventilação e a qualidade do ar interior, levando a consumos energéticos insustentáveis ao longo prazo (MATOS; WAGNER, 1998).

Os impactos afetam a biota e a qualidade dos recursos naturais, e, também, podem influenciar o meio social, econômico e cultural. Uma região pode ser desvalorizada devido à poluição visual e sonora, a ausência de iluminação solar e as barreiras para a ventilação. Por essa razão, foram criadas leis e diretrizes controladoras, conduzidas por estudos de impacto de vizinhança e ambiental. Esses consistem em instrumentos de caráter multidisciplinar, com o objetivo de definir, mensurar, monitorar, mitigar e corrigir as possíveis causas e efeitos de determinada atividade, sobre determinado ambiente (BRASIL, 2002).

Segundo o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2007), as edificações brasileiras consomem, aproximadamente, 45% do total da energia elétrica produzida. Outro dado relevante é que a produção mundial de cimento é responsável por 7% das emissões globais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera (PIERCE, 2002).

O Brasil gera 685.000.000 toneladas de entulhos (SPADOTTO et al., 2011). Esses resíduos possuem elevados custos para coleta, transporte e deposição em locais apropriados, uma vez que o setor da construção civil ainda utiliza a extração de materiais não renováveis em suas obras. Os impactos ao meio ambiente abrangem a extração dos recursos naturais não renováveis e o depósito final de seus resíduos indistintamente na natureza. Para que o desenvolvimento urbano ocorra de forma organizada e sustentável, torna-se premente resolver esses problemas.

O CONAMA, através da Resolução 307/2002, trata do assunto referente à significativa geração de resíduos pela construção civil e a consequente degradação ambiental. Nessa resolução, o resíduo é definido

como sendo proveniente de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e resultante da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

As perdas definidas pela construção civil são normalmente classificadas quanto ao esgotamento de matéria-prima e ao dano ecológico causado pela sua extração, ao consumo de energia em todos os estágios de produção (incluindo transporte), ao consumo de água, à poluição por ruídos e odores, às emissões danosas entre as quais àquelas diretamente relacionadas à redução da camada de ozônio, aquecimento global e chuvas ácidas, aos aspectos relativos à saúde humana, à supressão e fragmentação de habitats, à introdução de espécies exóticas, ao risco de desastres, a durabilidade e manutenção, ao reuso e desperdícios (GRIGOLETTI; SATTTLER, 2003).

Segundo Grigoletti e Sattler (2003), os impactos determinados pela construção são classificados em:

- a) impactos durante a fase de produção (construção);

- b) impactos gerados na fase de ocupação (utilização) da construção;
- c) impactos ocasionados na fase de demolição.

A fase de produção envolve atividades como a extração de matérias-primas, processamento e distribuição de produtos, responsáveis pela sobre-exploração dos recursos biológicos e não biológicos, do uso de energia, das emissões tóxicas e, também, pelas desestabilizações de solos.

A etapa de construção da edificação compreende ações com maior interferência no ambiente, abrangendo desde modificações nos processos naturais de movimentação de massa, a partir das terraplenagens e obras de execução de infraestrutura, até a geração e disposição de entulhos resultantes.

A fase de ocupação apresenta uma intervenção contínua e dinâmica no ambiente e deve, portanto, ser constantemente controlada. O impacto nessa etapa está associado a vários fatores, tais como: correção de patologias, reformas ou modernização da edificação, descarte de componentes que estejam deteriorados ou atingiram o final da vida útil e que, conseqüentemente, carecem de substituição.

A demolição é considerada a última etapa de uma edificação. Conforme John (2000) a redução dos resíduos causados pela demolição depende do aumento da vida útil dos edifícios, que resulta tanto da tecnologia de projeto, quanto de materiais; dos incentivos para que os habitantes e proprietários realizem adequações e modernizações, evitando as demolições; e de tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem, que permita a reutilização dos componentes.

Cardoso et al. (2006) exemplificou os impactos mais encontrados nas obras segundo os meios físicos, que são:

- a) solo: alteração das propriedades físicas, contaminação química, indução de processos erosivos e esgotamento de reservas minerais;
- b) ar: deterioração da qualidade do ar e poluição sonora;
- c) água: alteração da qualidade de águas superficiais e subterrâneas, alteração dos regimes de escoamento e escassez de água;
- d) meio antrópico - trabalhadores: alteração das condições de saúde e de segurança;
- e) meio antrópico - vizinhança: alteração da qualidade paisagística, alteração das condições de saúde, incômodo para a comunidade, alteração no tráfego local, interferência na drenagem urbana, escassez de energia elétrica.

Segundo Sampaio e Brito (2009) há também impactos ambientais que afetam o meio biótico, tais como alteração da flora e fauna. Esses elementos ambientais estão sujeitos às ações das fases de construção, utilização e demolição dos empreendimentos. Os resíduos da construção civil, quando dispostos inadequadamente, comprometem a qualidade do ambiente e da paisagem local, prejudicando as condições de tráfego de pedestres e de veículos (JOHN, 2000).

Referente aos impactos na drenagem urbana, quando ocorrem, pode haver problemas desde a drenagem superficial, até a obstrução de córregos (PATRICIO, 2002). Quando as áreas são impermeabilizadas com materiais pouco porosos impactam imediatamente nos ambientes urbanos, provocando enchentes e necessitando desobstruções contínuas do sistema. Outros impactos são causados em longo prazo, como o resultante da persistente ocupação irregular das áreas naturais, várzeas e outras regiões de baixada (FREITAS, 2001).

Cabe elucidar a questão dos impactos ambientais gerados em um canteiro de obras, tais como a geração de resíduos, ruídos, poeiras, contaminações do solo, do ar e da água e vibrações, independente do tamanho da construção. A norma brasileira regulamentadora 12284/1991 define canteiro de obras como sendo “o conjunto de áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência.” Pode-se definir esse espaço físico como uma área dentro de uma construção que foi separada para o armazenamento dos materiais de construção, para suporte aos trabalhadores e para execução da obra (ABNT, 1991).

A principal resolução do CONAMA referente aos canteiros de obras é a 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Na maioria das vezes, esses impactos ambientais são divididos em quatro grandes grupos: infraestrutura, recursos, resíduos, incômodos e poluição (OLIVEIRA et al., 2011).

Em relação à infraestrutura, as instalações utilizadas pelos operários para as montagens durante a execução da obra devem perturbar minimamente o meio ambiente, almejando um canteiro ecologicamente correto. Os problemas enfrentados com maior frequência são: riscos de desmoronamento, ligações provisórias, remoção de edificações, geração de energia, construções provisórias, armazenamento de materiais e impermeabilização de superfícies (CARDOSO et al., 2006).

Segundo Lintz et al. (2012) o desperdício dos recursos naturais na construção dos edifícios é comum. Significativa quantidade de matéria-prima utilizada nas obras, tais como o cimento, a madeira, a areia e o aço, é extraída de fontes naturais, de forma exagerada. Há prejuízo de recursos naturais devido ao consumo ou ao desperdício de materiais (cimento, cal e areia) e de água, energia e gás. Essa situação é agravada pela industrialização desses materiais, o que acarreta em poluição.

Na etapa de construção de uma obra, a geração de resíduos sólidos e líquidos pode acarretar tanto a poluição do solo, quanto da água, em virtude da emissão de efluentes líquidos que manifestam características nocivas. Produtos que possuem substâncias danosas ao solo, à água, ao ar e, também, à biota, tais como tintas, óleos, solventes e substâncias protetoras para madeira, devem ser levados em consideração para que possa ser realizado um adequado plano de controle (OLIVEIRA et al., 2011).

Uma grande parte dos resíduos provenientes de canteiros de obras ainda é depositada clandestinamente a céu aberto em terrenos baldios, várzeas e taludes de cursos d'água. Essas ações provocam impactos ambientais visíveis e comprometem a paisagem urbana. Outra forma de descarte de resíduos que ocasiona sérios problemas de poluição atmosférica é a queima de plásticos, vidros e metais (JACOBI; BESEN, 2011).

O tema incômodos e poluições considera as atividades de transformação as quais uma obra está submetida, como concretagem, vedação, pintura, e seus efeitos para a comunidade vizinha. Na etapa de execução de obra destacam-se a constante emissão de ruídos de maquinários, o odor causado por alguns materiais, as vibrações emitidas na atividade de fundação, no adensamento do concreto ou em obras não bem estruturadas (OLIVEIRA et al., 2011).

### **4.3 Certificações ambientais e os resíduos sólidos**

O processo de desenvolvimento projetual das edificações e a conseqüente ocupação do espaço urbano vêm seguindo, ao longo do tempo, uma tendência voltada para a sustentabilidade. Com a finalidade de melhorar a qualidade do ambiente construído e minimizar seu impacto negativo no ambiente natural, diversos sistemas avaliativos de sustentabilidade da construção vêm sendo desenvolvidos

por diferentes países e regiões. Esses sistemas são constituídos por critérios de avaliação que analisam diferentes aspectos ambientais, organizados em categorias. A aquisição dessa certificação se dá conforme o desempenho do edifício diante desses critérios, tais como: projeto, local, orientação e configuração, energia e atmosfera, materiais e recursos, fachadas dos edifícios, ventilação, água, iluminação, sistemas mecânicos, qualidade ambiental interna, paisagismo, dentre outras. O edifício que apresentar resultado superior ao exigido obtém a certificação de desempenho ambiental para aquele sistema pretendido (VIEIRA; BARROS FILHO, 2009).

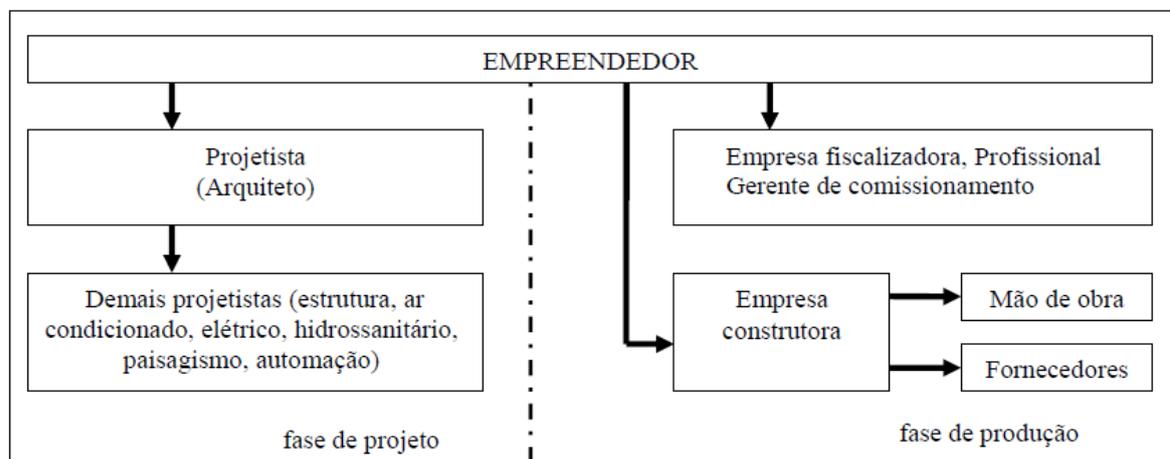
Devido à praticidade do reconhecimento e avaliação das construções, consideradas sustentáveis, foram surgindo, gradativamente, em muitos países, as seguintes certificações: *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED), nos Estados Unidos; *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) no Reino Unido; *National Australian Buildings Environmental Rating System* (NABERS) na Austrália; *Green Globes* no Canadá; *Haute Qualité Environnementale des Bâtiments* (HQE) na França e Alta Qualidade Ambiental (AQUA) no Brasil, dentre outras (LUCAS, 2011).

A certificação ambiental da construção já está sendo percebida pelos agentes do setor da construção civil brasileira, e a preocupação pelo assunto está, cada vez mais, se fortalecendo. O primeiro sistema brasileiro de certificação ambiental de edifícios para o setor da construção civil foi o Alta Qualidade Ambiental (AQUA), criado em 2007, pela Fundação Vanzolini, baseado no sistema francês *Haute Qualité Environnementale* (HQE) (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2008). Em seguida foram observadas outras iniciativas com foco ambiental, tais como: o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA), cujo objetivo é estimular a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (luz, ventilação, água, etc.) nas edificações, mitigando as perdas e os impactos ambientais, e o Selo Azul da Caixa Econômica Federal, que certifica empreendimentos segundo 46 critérios (CEF, 2010). Cabe salientar, que no ano de 2013, entrou em vigor uma norma de desempenho para edificações habitacionais - NBR 15575, que definia os requisitos de desempenho que deveriam ser atendidos, tais como segurança estrutural, segurança contra incêndio, desempenho acústico, térmico, lumino-técnico, dentre outros. Contudo, por mais que a preocupação com os critérios de desempenho na construção seja uma tendência mundial, a aplicação desse conceito

na construção brasileira ainda depende de determinados elementos, abrangendo a formação e a capacitação dos profissionais (projetistas, gestores) e mão de obra, a adequação das normas e leis e a adaptação da cadeia de fornecedores (BORGES; SABBATINI, 2008).

Os projetistas, no Brasil, na sua grande maioria, não possuem formação, nem tradição, na criação de projetos que utilizam técnicas de desempenho ambiental. Para alcançar isso, torna-se necessária uma forte interação entre os membros da equipe durante todo o processo de projeto (HOPFE, 2009). A figura 2 mostra a relação entre os principais profissionais contratados para a realização do empreendimento, considerando as fases de projeto e de produção. As setas indicam as relações contratuais. Além da abordagem de desempenho, a maioria dos sistemas de certificação existentes faz exigências na fase de construção da obra, objetivando reduzir impactos ambientais do canteiro de obras, tais como ruído, poeira, consumo de energia e gerenciamento de resíduos (HOPFE, 2009).

Figura 2 - Relação entre os principais profissionais contratados para a realização de um empreendimento considerando as fases de projeto e de produção.



(1) As setas indicam as relações contratuais.

Fonte: Piccoli, 2009

A categoria ambiental resíduo possui o maior número de créditos cuja responsabilidade compete à construtora, de forma que se efetue o processo de certificação. As construtoras enfrentam dificuldade para encontrar empresas que façam o reaproveitamento final de materiais não reutilizados no mercado, tais como: lâ de vidro, lâ de rocha e gesso. Os produtos que possuírem conteúdos reciclados

deverão apresentar informações claras sobre o percentual de material reciclado incorporado no processo de fabricação (LUCAS, 2011).

No que se refere ao consumo de matérias primas e geração de resíduos, a construção sustentável exige que se construa mais, utilizando menos materiais, reutilizando ao máximo os resíduos, reduzindo assim a quantidade final gerada (KOFOWOROLA; GHEEWALA, 2009). Portanto, faz-se necessário entender que toda construção, vista em todo o seu ciclo de vida, está sujeita a gerar resíduos.

Torna-se importante a criação de bases de dados ambientais de metodologias em nível regional e nacional, que estabeleçam referências para a confecção de novos projetos e a definição de políticas e regulamentações específicas para o setor da construção, ou mesmo de esquemas de certificação ambiental de edifícios que tratem do teor mínimo de resíduos. Em algumas certificações ambientais, que tratam do desempenho ecológico da edificação, o resíduo é abordado e discutido com relação aos critérios de gestão, redução da produção e reciclagem, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Sistemas de avaliação e certificação ambiental de edifícios para o setor da construção civil que abordam a categoria resíduos sólidos

Sistema de Avaliação	Indicadores
SBTool (Sustainable Building Tool)	1.1 - Planejamento do projeto Recolha e reciclagem de resíduos sólidos na comunidade ou projeto. Compostagem e reutilização de lamas na comunidade ou projeto.
	1.2 - Resíduos sólidos Resíduos sólidos resultantes dos processos de construção e desconstrução. Resíduos sólidos resultantes das operações realizadas no edifício.
	1.3 - Impactos no local Minimizar os perigos dos resíduos perigosos no local.
Leed (Leadership in Energy and Environmental Design)	2.1 - Gestão de resíduos Plano de gestão dos resíduos de construção. Redução dos resíduos de construção
Breeam (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	3.1 - Resíduos Eficiência dos recursos através de uma gestão eficaz e adequada dos resíduos da construção
GBC (Green Building Council)	4.1 - Cargas Ambientais Resíduos sólidos
HQE (High Quality Environmental)	5.1 - Canteiro de obras com baixo impacto ambiental Otimização da gestão de resíduos de obra 5.2 - Gestão de resíduo gerado pelo edifício em uso Otimização da valorização de detritos Fluxo interno dos detritos gerados (triagem) – capacidade de absorver detritos
Nabers (National Australian Built Environment Rating System)	6.1 - Resíduos Avaliar as emissões para o meio ambiente
AQUA (Alta Qualidade Ambiental)	7.1 - Gestão Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
Lidera	8.1 - Cargas Ambientais - Resíduos Produção de resíduos Gestão de resíduos perigosos reciclagem de resíduos

Fonte: Autoria própria, 2013.

A certificação ambiental Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) segue os seguintes critérios abordados sobre resíduos:

- a) uso de agregados reciclados;
- b) armazenamento de lixo reciclado discriminado;
- c) compactação dos resíduos;
- d) compostagem;

- e) acordo com moradores sobre revestimentos de piso;
- f) armazenamento dos resíduos domésticos discriminados;
- g) gerenciamento de resíduos gerados na construção.

De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) as práticas e ações relacionadas aos resíduos sólidos na construção devem seguir os conceitos de reduzir, reutilizar, reciclar e organizar corretamente (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Segundo a certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) as construtoras devem preocupar-se em atender requisitos de qualificação. Na tabela 2 estão enumerados os itens que fazem parte da avaliação da edificação, pertinente a essa classe de resíduos (USGBC, 2006).

Tabela 2 – Pré-requisitos que qualificam edifícios do setor da construção civil conforme a certificação ambiental do sistema Leadership in Energy and Environmental Design

<b>Critério</b>	<b>Pré-requisito</b>	<b>Créditos</b>
Materiais e Recursos	Pré-requisito - Armazenamento de recicláveis	Crédito 1 - Reutilização de edificações existentes Crédito 2 - Gerenciamento do entulho da obra Crédito 3 - Reaproveitamento de recursos Crédito 4 - Reciclagem Crédito 5 - Adoção de materiais locais Crédito 6 - Utilização de materiais de fácil obtenção Crédito 7 - Madeira certificada

Fonte: USGBC, 2006

O sistema LEED foi gerado para as fases de projeto e construção do empreendimento, estando voltado para questões dos impactos ambientais causados pela seleção do terreno e dos materiais do edifício, sua construção e demolição (SILVA et al., 2001). O processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico da edificação ocorre a partir da junção de decisões, entre as quais se destacam a definição da tecnologia construtiva e a seleção dos materiais de construção a serem utilizados. Dessa forma, a sustentabilidade ambiental de uma edificação decorre dos materiais especificados para sua construção (MARQUES; SALGADO, 2007).

Cabe salientar que os benefícios de um projeto eficientemente sustentável são econômicos, na diminuição de custos; sociais, na redução de entulhos depositados

irregularmente em áreas próximas as residências, na poluição visual e sonora, no sombreamento de ambientes que necessitam de insolação e aumento da ventilação natural; e ecológicos, na redução da exploração de recursos naturais e da emissão de resíduos (MARQUES; SALGADO, 2007).

#### **4.4 Ambiente construído segundo o critério técnico resíduos sólidos**

Do total de resíduos gerados pela construção, o lixo abrange uma parcela muito pequena. Esse é considerado todo o produto resultante do final da vida útil de algum material. Segundo Matthews et al. (2000) se todo produto um dia deixar de ser útil e se transformar em resíduo, a massa de resíduos gerados será de duas a cinco vezes superior à massa de produtos consumidos. Atualmente, estima-se que metade dos materiais extraídos da natureza retornarão como resíduos em um período de um ano. A atividade da construção, através das etapas de obras novas, reformas e demolições, gera uma grande quantidade de resíduos, sendo um número variável, cujo valor médio estava em torno 500 kg/hab por ano (JOHN, 2000).

O maior problema está na questão do descarte final dos resíduos. Na maioria das vezes, estes são depositados dentro do meio urbano, em locais inadequados, afetando, assim, as vias urbanas, os sistemas de drenagem e gerando focos de doenças. A devida remoção desse entulho serviria como fonte de renda para os municípios e, também, como uma alternativa de investimento nas infraestruturas urbanas locais (CEF, 2010).

##### *4.4.1. Gestão de resíduos de construção e demolição*

No âmbito da gestão de resíduos de construção, em 2001 foi promulgada a Lei Federal 10.257/01, que exige a adoção de políticas setoriais articuladas por parte dos municípios, com destaque à política de gestão dos resíduos sólidos, a qual originou as Resoluções CONAMA 307/2002 e 348/2004 (BRASIL, 2002 e 2004). Essas últimas reconheceram alguns obstáculos considerados importantes, para, após, atribuir medidas e ações necessárias. Através das diretrizes estabelecidas nessas resoluções, procura-se reduzir a quantidade de RCD e, conseqüentemente, os seus impactos no meio ambiente urbano e nas finanças municipais. Referente às considerações contidas na resolução 307/2002 elenca-se:

- a) a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, devido reconhecer estes problemas atuais;
- b) a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;
- c) os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;
- d) os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;
- e) a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil;
- f) a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

A quantidade de resíduos que é gerada na construção pode variar conforme o nível de atividade e dos tipos de sistemas construtivos. Uma porcentagem dessa geração é originada através das perdas de cada processo. Devem ser acrescentados os resíduos gerados antes da etapa de construção e desmobilização: na extração de matérias-primas, na fabricação, no transporte e na comercialização dos materiais. Os resíduos de construção representam tipicamente metade dos resíduos urbanos gerados (KARPINSKI et al., 2009). Quaisquer resíduos da construção civil, de escavação de solos e de remoções de vegetação devem ser dispostos em locais adequados e a sua gestão é responsabilidade legal dos construtores, de acordo com as resoluções CONAMA 307/2002 e 348/2004 (BRASIL, 2002 e 2004). Entretanto, de maneira irregular, parte significativa desses resíduos é depositada na malha urbana, conforme figura 3, contribuindo para a limitação da capacidade de drenagem urbana, para a proliferação de vetores e, principalmente, para a degradação da cidade através do assoreamento de córregos e de enchentes urbanas.

Cada obra deveria realizar um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que deveria incluir, no mínimo, a estimativa dos resíduos gerados por classe, as práticas de mitigação da geração de resíduos e a sua

destinação. Como a separação dos entulhos é uma atribuição do campo da reciclagem e deposição legal, a resolução determina que o projeto de gestão inclua a segregação dos resíduos no canteiro ou por terceiros licenciados, como as áreas de transbordo e triagem. A obrigatoriedade da apresentação de um PGRCC varia conforme exigência de cada município (CEF, 2010). Ainda que os órgãos municipais não ofereçam condições legais de destinação, a separação dos resíduos nas diferentes classes cria condições para reuso de alguns materiais em aterros para correção de nível, dentro ou fora do canteiro de obras (ABNT, 2004c).

Figura 3 – Resíduos de construção e demolição depositados irregularmente na rua, com volume predominante de argamassa, tijolos e sacos de cimento.



Fonte: Holderbaum, 2009.

Tanto para as prefeituras, quanto para os construtores e para a sociedade como um todo a gestão dos RCDs possui um custo elevado, devido à necessidade de investimento em logística de transporte especializado, controle e monitoramento por parte do órgão fiscalizador, equipamentos de reciclagem dos resíduos, treinamento dos funcionários da construtora, promoção de educação ambiental a sociedade e deposição dos materiais em locais adequados. Em vista disso, são encontrados aterros irregulares para resíduos de construção (CEF, 2010).

Segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) a gestão dos resíduos no canteiro de obras pode incorporar alguns benefícios, tais como: melhoria das condições de limpeza do local, maior organização da obra, redução dos desperdícios na utilização e aquisição dos materiais, possibilidade de reaproveitamento dos materiais, diminuição dos acidentes de trabalho, dos gastos

de deposição e a conseqüente redução de resíduos, tornando-se uma prática economicamente viável (PINTO, 2005).

#### *4.4.2 Perdas na construção*

São denominadas perdas de materiais de construção a quantidade de material consumido em excesso para realização do serviço, devido aos problemas de gestão de obra, às decisões de projeto e aos erros de execução (CEF, 2010). Para estimativa do orçamento de uma obra, as perdas devem ser levadas em consideração, pois acabam aumentando o consumo de materiais e, também, gerando resíduos, inclusive na etapa de demolição. O estudo das perdas é importante tanto do ponto de vista ambiental, quanto econômico (SOUZA; DEANA, 2007).

#### *4.4.3 Pavimentação com resíduos de construção e demolição utilizados como agregados reciclados*

Nas pavimentações também é possível minimizar o uso dos recursos naturais não renováveis e os substituir por materiais reciclados. Para essa finalidade são utilizados agregados oriundos da reciclagem de RCDs, seguindo as normatizações da NBR 15115 (ABNT, 2004d).

Conforme Motta et al. (2004) o uso desses agregados promove benefícios socioambientais:

- a) diminuição da pressão sobre os biomas afetados pela extração de recursos naturais;
- b) redução do volume de resíduos de construção destinados ao aterro e malha urbana;
- c) redução das despesas de gestão corretiva da deposição ilegal dos resíduos que oneram os municípios.

Os dados disponíveis mostram que os agregados reciclados apresentam excelente desempenho, inclusive com ganho de capacidade de suporte ao longo do tempo. O aproveitamento dos RCDs pode ser realizado através de um simples peneiramento, no qual, 50% dos resíduos de classe A podem ser transformados em

agregados com dimensões de 50 mm, apropriados para a utilização em aterros, sistemas drenantes e bases de pavimentações (MOTTA et al., 2004).

#### 4.4.4 Local para coleta seletiva

Tanto na etapa de construção, quanto na de utilização do empreendimento, os resíduos sólidos devem ser armazenados em locais apropriados e, se possível, separados dos materiais recicláveis. Quando os projetos arquitetônicos são concebidos deve se atentar para a implantação de um local para coleta, seleção e armazenamento, e, esse último, deve ser acessível, ventilado e de fácil limpeza, possuindo revestimento em materiais laváveis e com ponto hidráulico para realização de limpeza do recinto (CEF, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em vigor desde 2010, determina que os aterros sanitários só recebam os rejeitos que não puderem ser reciclados ou reutilizados. Essa foi instituída pela lei 12.305/2010 e está baseada nos três focos da sustentabilidade: redução, reciclagem e reutilização (BRASIL, 2010). Para explicitar a dimensão do impacto ambiental que os materiais ocasionam, na tabela 3 é apresentado o tempo de decomposição de alguns desses materiais.

Tabela 3 – Tempo estimado para decomposição dos materiais que são despejados em rios, lagos e oceanos

<b>Materiais</b>	<b>Tempo de decomposição</b>
Papel e papelão	3 a 6 meses
Tecidos de fibras naturais	6 meses a 1 ano
Plásticos em geral	Alguns levam até 500 anos, outros não se desmancham
Madeira pintada	Cerca de 13 anos
Vidro	1 milhão de anos
Borracha	Indeterminado

Fonte: COMCAP, 2002

A atividade de separação dos materiais recicláveis pode ser motivada pelo projeto da edificação, com a implantação de recintos adequados para essa finalidade. No projeto arquitetônico recomenda-se a existência de, pelo menos, três recipientes de fácil acesso para reciclagem e a existência de um local na edificação destinado à concentração de todo o material reciclável. Implantar ações de

conscientizações dos usuários das edificações (residenciais, comerciais, institucionais, hospitalares e escolares) através de campanhas são formas de conscientização da população a respeito da importância da reciclagem (CEF, 2010).

#### *4.4.5 Capacitação para a gestão de resíduos de construção e demolição*

Implantar um plano de gestão de RCD para os empregados envolvidos na obra do empreendimento, através de atividades educativas e informativas, torna-se um ponto positivo para a sustentabilidade do local. Para concretização desse plano, devem ser realizadas algumas práticas sociais, tais como: educação para a gestão de RCD, educação ambiental, desenvolvimento pessoal e capacitação profissional dos empregados, inclusão de trabalhadores locais, participação da comunidade na elaboração do projeto, orientação aos moradores, educação ambiental dos moradores, capacitação para gestão do empreendimento, ações para mitigação de riscos sociais, e ações para a geração de emprego e renda (CEF, 2010).

O CONAMA, em suas resoluções, determina os procedimentos para a gestão dos resíduos da construção, instruindo as atividades que se tornam fundamentais para mitigação dos impactos ao meio ambiente. Os entulhos gerados nos canteiros de obra, caso não sejam coordenados de modo eficaz, geram impactos ambientais negativos (CEF, 2010).

A elaboração de um plano de educação ambiental para os trabalhadores da obra torna-se essencial, pois essa ação oferece mais competências relacionadas aos produtos e processos envolvidos na construção e aos equipamentos utilizados (CEF, 2010). Na tabela 4 são mostradas as competências dos trabalhadores responsáveis pela gestão de RCD.

Tabela 4 – Competências dos trabalhadores da produção nos canteiros de obras responsáveis pela gestão de resíduos de construção e demolição

Elementos de competências	Componentes de competências
1. Caracterizar e triar os resíduos gerados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• conhecer as Classes de resíduos da Resolução Conama nº 307/2002;</li> <li>• identificar os resíduos de diferentes classes;</li> <li>• ler e interpretar projeto ou desenho do canteiro de obras;</li> <li>• organizar o local da triagem;</li> <li>• conhecer e utilizar dispositivos (equipamentos, ferramentas, equipamentos de proteção individuais - EPI) necessários à triagem, incluindo sinalizações.</li> </ul>
2. Recolher, acondicionar e transportar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretar o planejamento da obra para entender sua evolução e os resíduos no interior do canteiro identificar as diferentes classes de resíduos geradas ao longo do tempo;</li> <li>• planejar a seqüência das atividades da sua ocupação profissional (pedreiro de alvenaria, por exemplo) num dado espaço (canteiro de obras como um todo ou pavimento, por exemplo);</li> <li>• conhecer e utilizar dispositivos (equipamentos, ferramentas, sinalizações, equipamentos de proteção individuais - EPI) necessários ao recolhimento, ao acondicionamento e ao transporte dos resíduos;</li> <li>• conhecer as condições de acondicionamento dos diferentes tipos de resíduos, considerando aspectos como a contaminação do ar ou do solo, os riscos à segurança (incêndio e outros), etc.;</li> <li>• executar as áreas para o posicionamento dos dispositivos para o recolhimento e o acondicionamento, ao longo das etapas da obra;</li> <li>• conhecer os dispositivos para o transporte interno - jericas e elevador da obra, tubo de queda, etc. - e externo - tipo de caminhão ou veículo mais adequado, capacidade de carga, etc. - ao longo da obra;</li> <li>• dispor e montar os dispositivos necessários;</li> <li>• varrer os diferentes locais de produção, as áreas coletivas e de apoio à produção do canteiro e as calçadas circunvizinhas;</li> <li>• recolher os resíduos de diferentes classes, evitar a mistura dos mesmos e destiná-los aos diferentes locais de triagem ou acondicionamento;</li> <li>• programar mecanismos de monitoramento;</li> <li>• respeitar as condições de segurança.</li> </ul>
3. Assegurar que as destinações dos resíduos sejam feitas corretamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• conhecer as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos legalizadas, por classe, nas cercanias da obra;</li> <li>• conhecer as formas de reutilização dos resíduos na própria obra;</li> <li>• qualificar e avaliar transportadores; reconhecer transportadores credenciados, considerando a possibilidade de envolver a organização de catadores;</li> <li>• reconhecer transportadores credenciados, considerando a possibilidade de envolver a organização de catadores;</li> <li>• verificar as condições adequadas de transporte;</li> <li>• programar mecanismos de monitoramento, incluindo a manutenção dos registros de destinação e aceitação dos resíduos.</li> </ul>

Fonte: CEF, 2010

## 4.5 Tecnologias e práticas para redução de consumo dos materiais

### 4.5.1 Componentes industrializados ou pré-fabricados

Com o objetivo de diminuir os desperdícios de materiais e, também, a geração de resíduos, auxiliando, conseqüentemente, na redução do consumo de recursos naturais, têm-se empregado componentes industrializados ou pré-fabricados nos projetos e nas construções (MELLO; AMORIM, 2009). O sistema é caracterizado como pré-fabricado quando alguns componentes da construção forem industrializados, tais como: estrutura do piso e lajes, escadas, pilares e vigas, divisórias internas e fachadas. Além disso, devem ser respeitadas todas as condições normativas da NBR 15575, NBR 14859, NBR 14861, NBR 9062, diretrizes do Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) (BRASIL, 2012), entre outras (ABNT, 2008).

A utilização de elementos pré-fabricados oferece vantagens importantes para a construção, como o aumento da produtividade, a segurança de processo, a redução das perdas e a diminuição do prazo da obra. Mas, para um bom desempenho técnico das novas tecnologias, deve se atentar para a procedência desses componentes. A produção desses elementos deve ser adequada, caso contrário, a construção poderá apresentar elevadas taxas de imperfeições, significando um aumento dos impactos ambientais. Esses casos são observados em fábricas improvisadas, sem dosagem aprimorada de concreto, sem controle de cura e com formas precárias (CEF, 2010).

As alternativas para introdução de construção industrializada são muitas, desde pré-moldados em concreto armado, até sistemas de painéis de placas cimentícias, de gesso acartonado e de *oriented strand board* (OSB), estruturadas em aço (*light steel frame*) ou, até, de madeira de plantação (CRASTO; FREITAS, 2006; SILVA, 2007). No caso do emprego de componentes de concreto pré-moldados, é necessária a execução de um projeto que respeite a NBR 9062 (ABNT, 2006) e as diretrizes do Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) (BRASIL, 2012).

#### 4.5.2 Fôrmas e escoras reutilizáveis

A utilização de materiais reutilizáveis pode reduzir o emprego de madeiras, reduzindo, assim, o seu desperdício e trazendo benefício ao meio ambiente. Tanto as fôrmas de lajes, vigas e pilares, quanto as escoras para apoio estrutural, são exemplos de situações em que esses novos materiais podem ser adotados (TÉCHNE, 2007).

Segundo Zenid (2009), estima-se que as fôrmas e os andaimes sejam responsáveis por 33% da madeira serrada amazônica. Além de reduzir esse importante impacto ambiental, o emprego de um sistema de fôrmas bem projetado e executado com materiais duráveis, não apenas aumentaria a produtividade da obra, pois permitiria a montagem e desmontagem rapidamente, com um mínimo de serviços de reparo, como melhoraria a qualidade da construção, ao evitar vazamentos de concreto e variações no recobrimento das armaduras, que podem corroer a armadura e ocasionar falhas precoces na estrutura. As fôrmas de tábuas de madeira, com baixo reaproveitamento, somente podem justificar a sua utilização em situações não repetitivas no edifício. As fôrmas industrializadas disponíveis no mercado são de alumínio, aço e até de plástico, possibilitando reaproveitamento.

## 5 METODOLOGIA

No desenvolvimento deste trabalho foi utilizado o método de pesquisa exploratória e descritiva, baseado no estudo do pesquisador Gil (2002). Para analisar a situação atual dos resíduos de construção no município de Guaíba foi realizado um estudo de caso, no período de dezembro de 2013 a março de 2014, com vistorias para observação das construções em andamento e verificação da forma de descarte dos resíduos de construção e demolição. Nas vistorias também foi analisada a situação do aterro de RCDs do município. Para coleta de mais informações foram realizadas reuniões com os responsáveis pelo licenciamento ambiental das edificações, com os proprietários das empresas responsáveis pela coleta de resíduos da construção no município.

O percurso foi realizado de forma a localizar o maior número de construções em andamento nos diferentes bairros do município. A área de abrangência do estudo de caso (figura 4) foi estipulada após a primeira visita ao município, quando foram averiguadas as regiões em que estavam sendo realizadas as construções e os locais de depósitos irregulares de RCDs.

O envolvimento e a atuação de cada agente gerador de resíduos foi analisado mediante as respostas de questionário aplicado aos responsáveis pelas empresas de coletas de RCDs, as visitas aos locais de coleta e obras e a observação da movimentação dos resíduos através do acompanhamento da saída das caçambas nas obras visitadas.

O trabalho foi dividido em três etapas. A primeira foi a de levantamento em campo, para identificar e avaliar os locais de descarte de resíduos da construção e de obras de edificação em andamento no município de Guaíba. Nessa etapa foi visitado também o aterro de resíduos da construção de Guaíba. A segunda etapa foi a pesquisa cadastral das licenças ambientais das obras de construção realizadas no município de Guaíba, e a terceira foi a coleta de informações através de reuniões com os gestores públicos, com os empresários e com os responsáveis pelas obras.

Figura 4 - Área de estudo abrangendo os locais de construção e de descarte de Resíduos da Construção e Demolição no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul (coordenadas geográficas de referência: S 30°08'45"; O 51°21'08") sobre imagem Google Earth (2014).



Fonte: Google Earth, 2014.

Os dados qualitativos, assim como as informações coletadas foram organizados de forma a apresentar um diagnóstico preliminar da situação de operação e gestão dos resíduos de construção e demolição no município de Guaíba.

### 5.1 Levantamento de campo

O levantamento de campo foi planejado de maneira a coletar dados qualitativos dos resíduos oriundos das obras que estavam em andamento, no período de janeiro

a março de 2014, dos locais onde houvessem resíduos depositados de forma irregular e, também, do aterro licenciado de resíduos de construção e demolição.

A quantificação estimada dos RCDs foi feita a partir de duas formas: 1) coleta de informações de geração de RCDs junto às empresas coletoras licenciadas no município de Guaíba e 2) estimativa da massa gerada de RCDs a partir da área construída da obra, segundo a metodologia proposta por Pinto (1999). Para o cálculo da massa estimada, foram consultados os registros municipais de novas obras, reformas e demolições para verificar a área construída. O valor médio de geração de RCD adotado, portanto, foi de 150 kg/m<sup>2</sup>.

A caracterização visual foi realizada em todos os levantamentos de campo, de forma a estimar o quanto determinados componentes predominavam na massa de resíduos e a possível origem destes. Em todos os locais estudados, as técnicas utilizadas compreenderam a observação direta, acompanhada do registro fotográfico das deposições de resíduos, conforme metodologia proposta por Pinto (1999).

Para realização do cálculo do volume estimado de RCDs, no município de Guaíba, foi utilizada a seguinte equação (Pinto, 1999):

$$\text{Total de RCD} = \text{TG} \times \text{Área Construída (m}^2\text{)} \quad (1)$$

Onde TG é a taxa de geração de resíduos da construção.

#### *5.1.1 Aterro de resíduos da construção e demolição licenciado pela prefeitura*

O aterro de RCDs licenciado pela prefeitura foi visitado e lá foram verificados quais os principais materiais depositados e suas características. Através de consulta às normas técnicas reguladoras, foram apuradas quais as responsabilidades dos agentes geradores pelos resíduos. Essa etapa foi realizada em janeiro de 2014.

Para amostragem dos resíduos da construção e demolição no aterro foram utilizadas trena manual de 5 metros e câmera fotográfica do celular da marca Apple, modelo Iphone 4, com resolução de 5,0 megapixels. A caracterização das amostras foi realizada visualmente e fotograficamente, registrando-se somente o volume superficial das deposições de RCDs. Não foi realizada uma análise mais detalhada e criteriosa dos resíduos no aterro de RCDs, porque os mesmos estavam completamente misturados e compactados com outros tipos de resíduos, e não

havia recursos, nem tempo suficientes para a realização de uma avaliação mais específica, que exigiria a separação da mistura.

A caracterização visual adotada no levantamento foi baseada na metodologia aplicada por Marques Neto (2005), e procurou reconhecer os materiais que compunham os aglomerados de RCDs depositados. Considerando a dificuldade de se medir a quantidade de RCDs descartado, seu volume foi estimado de acordo com suas dimensões e formatos, relacionando-os com formas geométricas conhecidas. Os materiais predominantes foram registrados de acordo com as observações *in loco*.

Conforme a metodologia aplicada por Marques (2007), para calcular o volume aproximado de RCDs depositados no aterro multiplica-se o volume da caçamba de transporte (4,5 m<sup>3</sup>) e o número de depósitos realizados pelas empresas coletoras. Assim foi calculado o número médio de cargas mensais que, multiplicado pelos 12 meses do ano, totaliza o volume de resíduos anualmente depositados.

O processo de amostragem para a caracterização física foi fundamentado, inicialmente, na metodologia para amostragem de resíduos da NBR 10007/2004 (ABNT, 2004a). Devido às limitações dos equipamentos para coleta, acondicionamento e transporte das amostras e pela dificuldade de trânsito entre os aglomerados de entulhos, as amostragens foram realizadas nas bordas das vias internas do aterro, onde são realizados os despejos dos resíduos pelos caminhões.

O objeto de amostragem foi uma área de aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup> (5% do total do aterro de RCD licenciado pela prefeitura), onde, segundo informações da direção do setor de licenciamento da prefeitura, recentemente haviam sido depositados os resíduos. Com a intenção de percorrer todas as bordas das vias (percurso de aproximadamente 100 metros lineares de extensão) foram verificados onze locais com volumes superiores a 1,00 m<sup>3</sup> de RCDs. As larguras das bordas dos depósitos dos RCDs mediam, aproximadamente, 10 metros. A amostragem foi realizada em apenas um dia, para evitar perdas ou descaracterização, uma vez que os resíduos eram compactados diariamente.

Os acúmulos de entulhos foram medidos e estimados e catalogados por grupos, através de um desenho em croqui e registro fotográfico. A medição foi realizada de maneira superficial, avaliando os diferentes tipos de resíduos da construção encontrados nas amostras. Os resultados foram registrados através de tabelas e gráficos utilizando o programa *Microsoft Office Excel 2007*.

### 5.1.2 Obras de construções em andamento

Para levantamento das obras que estavam sendo construídas na ocasião da pesquisa foi percorrido um trajeto com veículo automotor durante três dias, transitando por diferentes bairros de Guaíba, visitando o maior número de obras em construção e verificando suas tipologias arquitetônicas (residenciais, mistas e comerciais). O percurso abrangeu obras localizadas em diferentes pontos do município, sendo eles próximos do aterro de RCD, da rodovia BR-116, das margens do rio Guaíba, em regiões mais afastadas do centro e em regiões mais centralizadas.

Durante o trajeto foram percorridas diversas ruas e avenidas que pertencem a oito bairros de Guaíba (Engenho, Centro, Parque 35, Ermo, Alegria, Vila Iolanda, Morada da Colina, Nossa Sra. Fátima). Nesse trajeto foram visitadas, no total, quinze construções que estavam em andamento. Cabe salientar que, cada dia de visita teve duração de, aproximadamente, 8 horas. Todas as obras encontradas no percurso foram analisadas, sem exclusão. Nesses locais foram observados os canteiros de obras para verificar se havia uma correta gestão dos resíduos da construção através da segregação e coleta adequada. Além da verificação *in loco*, as conversas com o pessoal de campo e seus encarregados contribuíram para identificar o funcionamento da gestão nos canteiros, como as equipes de limpeza se distribuíam e executavam suas tarefas, em especial a coleta, transporte e disposição do entulho dentro do próprio canteiro de obras, de modo que se pudesse entender a estruturação e divisão de responsabilidades entre as diversas categorias de profissionais. Por fim, foram realizadas as análises dos materiais, sem o acompanhamento de profissionais da prefeitura municipal, porém com seus consentimentos.

Foram registradas fotograficamente as obras visitadas e sua forma de gerenciamento dos resíduos. A caracterização dos tipos de RCDs gerados nas obras visitadas foi realizada visualmente. Através de trena manual de 5 metros foi possível medir, superficialmente, o volume dos RCDs depositados nos canteiros de obras. Os resultados qualitativos foram registrados através de tabela e gráfico utilizando o programa *Microsoft Office Excel 2007*.

Foram pesquisadas referências bibliográficas que abordam o gerenciamento de resíduos da construção em outros municípios brasileiros, buscando-se

características populacionais semelhantes às de Guaíba. Assim, foi possível comparar as quantidades de RCDs gerados entre os municípios e analisar se Guaíba tem um maior potencial de geração de impactos ambientais oriundos dos resíduos da construção e demolição.

### *5.1.3 Locais de deposição irregular*

Para levantamento dos locais de deposições ilegais de RCD a área de estudo de 3,5 km<sup>2</sup> (Figura 4) foi percorrida com veículo automotor durante dois dias. A fim de mapear os pontos de descarte irregular dos resíduos das construções foi levada em consideração a indicação das empresas coletoras dos entulhos, que apontaram os locais com as maiores demandas na cidade. O percurso foi escolhido de forma a abranger diferentes bairros e classes sociais do município.

A caracterização dos tipos de RCDs gerados nos pontos de deposições irregulares foi qualitativa, de forma visual. Os locais em que foram observados descartes irregulares de materiais de construção foram fotografados através do celular da marca Apple, modelo Iphone 4. De posse dessas imagens e coordenadas geográficas foi realizado o mapeamento através do programa *Google Earth*. Através de trena manual de 5 metros foi possível medir, superficialmente, o volume dos RCDs depositados irregularmente.

## **5.2 Análises do cadastro das licenças ambientais das obras de construção do município de Guaíba**

Foi realizado, junto à Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente (SMAMA) de Guaíba, um levantamento cadastral de todas as licenças ambientais aprovadas das obras de construções realizadas no período de 2011 a 2013. O acesso a esses arquivos foi autorizado pelo diretor do setor de licenciamento ambiental, em janeiro de 2014. As licenças analisadas são documentos impressos que ficam armazenados em um armário localizado no setor de licenciamento ambiental de Guaíba. O levantamento dos dados foi realizado em uma das três reuniões feitas com os servidores da SMAMA. Esse material forneceu informações sobre as obras civis e os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção autorizados pelo município.

Por serem documentos públicos já aprovados, esses documentos também estão disponíveis no site da prefeitura.

### **5.3 Entrevistas com atores da gestão pública e privada de Resíduos de Construção e Demolição**

#### *5.3.1 Gestores públicos*

As reuniões foram realizadas na Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente e na Secretaria de obras municipal. Na Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município de Guaíba foram realizadas três reuniões, no período de janeiro a março de 2014, com o diretor e com a bióloga do setor de licenciamentos, ambos responsáveis pelo licenciamento ambiental das edificações. Na primeira reunião foram analisados todos os projetos arquitetônicos cujos licenciamentos ambientais foram aprovados de 2011 (ano que iniciou o licenciamento ambiental nas edificações no município) a 2013 (ano em que foram acessados os arquivos do licenciamento ambiental nessa secretaria). Dessa forma, foi possível verificar quais as construtoras que submeteram seus projetos à prefeitura com o propósito de licenciamento ambiental. Na segunda reunião foi apresentado o local licenciado pela prefeitura para descarte de resíduos de construção e demolição, o aterro de RCD. Nesse encontro foram avaliadas as características e atividades realizadas nesse local, o prazo de validade e os futuros planos para o mesmo. Na terceira reunião foi discutida qual a participação da prefeitura na coleta dos resíduos da construção em locais de deposições ilegais, tais como terrenos baldios, margens de rios, ruas e estradas. O intuito das reuniões era saber de que maneira o município estava auxiliando a sociedade, em relação aos impactos causados pelas deposições e, também, analisar a visão dos gestores públicos responsáveis pelo meio ambiente do município, referente ao gerenciamento dos resíduos da construção.

Salienta-se que o licenciamento ambiental no município de Guaíba é realizado quando a construtora submete suas obras à aprovação da prefeitura ou mediante denúncias. O intuito das reuniões com essa secretaria era analisar se todas as obras construídas no município possuíam licenciamento ambiental e, se todas as obras licenciadas possuem um plano de gerenciamento de resíduos.

Na secretaria de obras municipal foi realizada uma reunião, em março de 2014, com uma arquiteta, servidora da secretaria de obras do município, a fim de esclarecer questões como a predominância de tipologias arquitetônicas e os bairros em expansão de obras civis e verificar qual o tipo de obra que está sendo construída, predominantemente, no município. Após a obtenção dessas informações arquitetônicas, os dados foram registrados em tabela utilizando o programa *Microsoft Office Excel 2007*. A análise desses dados poderá servir de subsídio para futuras propostas de mitigação dos impactos ambientais causados pelos resíduos oriundos da construção civil nessas regiões.

### 5.3.2 Gestores privados

Foram realizadas reuniões com os proprietários das duas empresas licenciadas a depositar os resíduos da construção no aterro de RCD do município pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) (empresas 1 e 2), ambas com sede em Guaíba.

Na primeira empresa, foram realizadas duas reuniões com o proprietário, nos meses de dezembro e janeiro, enquanto que na segunda empresa foi feita uma reunião no mês de dezembro, com os seus proprietários.

Foi realizado questionamento aos empresários com o intuito de verificar a quantidade, a localização e o período em que o município gera o maior volume de resíduos, ou seja, analisar o envolvimento e a forma de atuação de cada agente formal de transporte de RCD. Os questionários foram entregues em mãos aos proprietários para que respondessem de maneira dissertativa. As respostas foram tabuladas de acordo com a incidência de respostas.

Os pontos questionados foram:

- 1) Nos últimos anos, qual foi a quantidade média de coleta de caçambas de RCD por dia?
- 2) Atualmente, quantas caçambas são utilizadas por dia?
- 3) Quais são os meses em que mais são solicitados os serviços de coletas de resíduos de construção e demolição? Por quê?
- 4) Qual é o bairro em que as construtoras mais solicitam o serviço de coleta de RCD?
- 5) Atualmente, quantas obras a empresa está atendendo?

6) Onde são os locais que a empresa deposita seus entulhos?

#### **5.4 Estimativa da coleta de Resíduos de Construção e Demolição pelas empresas responsáveis no município de Guaíba**

A quantificação estimada de volume coletado foi extraída a partir das informações dos proprietários das empresas, relativas à coleta diária, relacionando-se a quantidade de deposições que as empresas realizaram durante o período avaliado com o volume da caçamba coletora. Também foram coletadas informações sobre os resíduos recorrentes coletados por essas empresas, no município de Guaíba.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Levantamento de resíduos da construção e demolição realizado no aterro licenciado pela prefeitura**

Atualmente existe somente um local licenciado para deposição de RCD em Guaíba: o aterro municipal, situado na Rua Santa Maria, distante aproximadamente 3,5 km da BR-116 e 6,0 km do centro do município, possuindo uma área aproximada de 2,00 ha, conforme mostra a figura 5. O aterro foi visitado três vezes no período de dezembro de 2013 a março de 2014. Nessas visitas foram observadas algumas inconformidades com a NBR 15113/2004 (ABNT, 2004b) e com a resolução CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002), tais como: 1) ausência de um posto de controle na entrada do aterro; 2) falta de monitoramento e inspeção da área; 3) depósito de uma série de materiais não oriundos da construção civil; 4) inexistência de uma placa de identificação do local; 5) ausência de áreas de transbordo e de triagem dos resíduos. No local foi constatado que os resíduos da construção são compactados diariamente por veículos especializados, de forma a nivelar o terreno.

Segundo a SMAMA, a área do aterro, que foi explorada por dez anos, poderia funcionar até março de 2014. Até a data em que foi realizado este levantamento (março de 2014), o descarte dos resíduos no local continuava acontecendo. Após o encerramento das operações desse aterro, as empresas de recolhimento deverão depositar os entulhos coletados em municípios vizinhos, como Porto Alegre e Minas do Leão, o que poderá levar a sobrecarga dos seus aterros. Além disso, haverá um encarecimento do valor da coleta e transporte dos RCDs devido às distâncias entre as fontes geradoras e a destinação final. De acordo com a resolução CONAMA 307/2002 fica sob a responsabilidade do município a disponibilização de áreas adequadas para destinação dos RCDs, além de ações de fiscalização quanto à deposição inadequada destes resíduos.

A resolução CONAMA 348/2004 estabelece que as áreas destinadas ao aterro de RCDs devem passar pelo processo de licenciamento ambiental e serem fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes. Porém, não foi fornecido pela Secretaria do Meio Ambiente de Guaíba, a licença de operação do aterro de RCD, que poderia esclarecer o funcionamento, as condicionantes e também os procedimentos do local.

Figura 5 – Localização do aterro de Resíduos de Construção e Demolição licenciado pela prefeitura do município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul (coordenadas geográficas de referência: S 30°07'00"; O 51°21'49") na imagem Google Earth (2014).



Fonte: Google Earth, 2014.

Não foi possível quantificar o volume total exato de RCD que foi transportado para o aterro licenciado, pois não existe uma guarita de controle de entrada de material, com um encarregado responsável por essa atividade, conforme mostra a figura 6. Esse controle seria de grande importância para os resultados da pesquisa, entretanto, na falta deste, foi efetuada a estimativa desse valor, relacionando-se o número de deposições que as duas empresas responsáveis pela coleta de RCDs realizaram nesse período com a capacidade volumétrica da caçamba coletora (4,5 m<sup>3</sup>).

Figura 6 – Registro fotográfico do acesso ao aterro de Resíduos de Construção e Demolição do município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, sem identificação e controle de entrada, em janeiro de 2014.



Fonte: Autoria própria, 2014

O volume aproximado de RCDs depositado no aterro por cada empresa licenciada foi de:

a) empresa 1 = 3 caçambas de 4,5 m<sup>3</sup>/ dia = 13,5 m<sup>3</sup>/ dia

b) empresa 2 = 5 caçambas de 4,5 m<sup>3</sup>/dia = 22,5 m<sup>3</sup>/dia

Total= 36 m<sup>3</sup>/ dia ou 180 m<sup>3</sup>/ semana ou 720 m<sup>3</sup>/ mês (durante 5 dias úteis por semana).

Tendo por base o volume da caçamba de transporte de 4,5 m<sup>3</sup> e o volume mensal médio estimado de RCDs, igual a 720 m<sup>3</sup>, foi determinada uma média de 160 cargas mensais, que multiplicada pelos 12 meses do ano totalizaram 1920 cargas ou 8640 m<sup>3</sup> de resíduos anualmente depositados. Esse resultado, entretanto, constitui apenas uma estimativa, uma vez que nem todos os veículos transportadores operavam com sua capacidade máxima, enquanto que outros operavam com volume superior à sua capacidade.

A caracterização visual das amostras de RCDs revelaram diferentes volumes e distintos materiais, tais como cerâmicas, fibrocimento, argamassa incorporada à cerâmica, tijolo, concreto, madeira, papel, papelão, gesso, louça, metal e plástico. Os resíduos da construção civil detectados nas amostras analisadas foram discriminados na tabela do Apêndice C. Esses materiais são provenientes de três etapas da construção: vedação, acabamento e demolição, conforme exemplifica a figura 7.

Em algumas amostras os materiais se repetiram com bastante frequência, demonstrando o alto desperdício de insumo das obras. Essas observações servem para a realização de planejamentos estratégicos, por parte das construtoras, de modo a evitar perdas desses materiais nas construções.

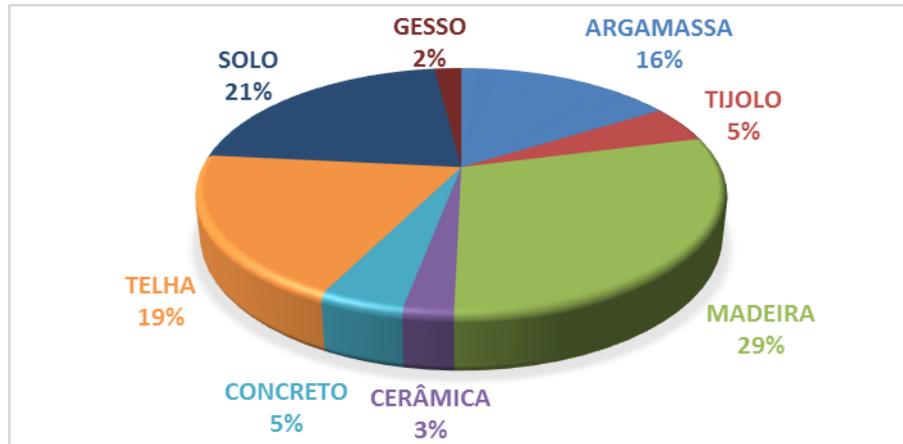
Figura 7 – Diferentes tipos de materiais observados em uma amostra de Resíduos da Construção e Demolição no aterro licenciado no município de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul, em janeiro de 2014.



Fonte: Autoria própria, 2014

Os RCDs encontrados em maior volume no aterro foram: madeira, solo, argamassa, tijolo, concreto, telha, cerâmica e gesso. No dia em que foi realizado o levantamento, foi observada uma alta quantidade de madeira, seguida de argamassa e tijolo. A composição percentual dos resíduos encontrados é apresentada no gráfico da figura 8. Esses resíduos são, em sua maior parte, oriundos de obras com estrutura convencional (pilar e viga) e vedação de alvenaria de tijolo.

Figura 8 – Composição estimada dos resíduos encontrados no aterro de Resíduos de Construção e Demolição do município de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Autoria própria, 2014

Cabe salientar que a composição dos RCDs também é variável em função da região geográfica, da época do ano, do tipo de obra, dentre outros fatores, conforme Carneiro (2001). Segundo Leal (2001), no Brasil, estima-se que a madeira é um dos principais resíduos descartados. Essa informação foi confirmada pela análise realizada no dia de levantamento, uma vez que a madeira e a argamassa foram os materiais mais encontrados no aterro. As obras de demolições e reformas estão muito presentes no município de Guaíba, fazendo com que resíduos de material inerte, como telhas, solos, tijolos e concreto sejam frequentemente encontrados no aterro.

Segundo o setor de licenciamento ambiental do município diariamente é realizado o nivelamento e a compactação do solo e dos entulhos depositados no aterro, através de maquinários especializados. Alguns pontos de amostragens foram registrados fotograficamente e apresentados na figura 9, onde são assinalados os distintos materiais encontrados. Em outros pontos foram observados resíduos da construção misturados aos resíduos sólidos domiciliares, industriais, animais mortos e pneus.

Figura 9 – Registro fotográfico que demonstra a diversidade de materiais encontrados no Aterro de Resíduos de Construção e Demolição licenciado pela prefeitura no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, em janeiro de 2014.



Fonte: Autoria própria, 2014

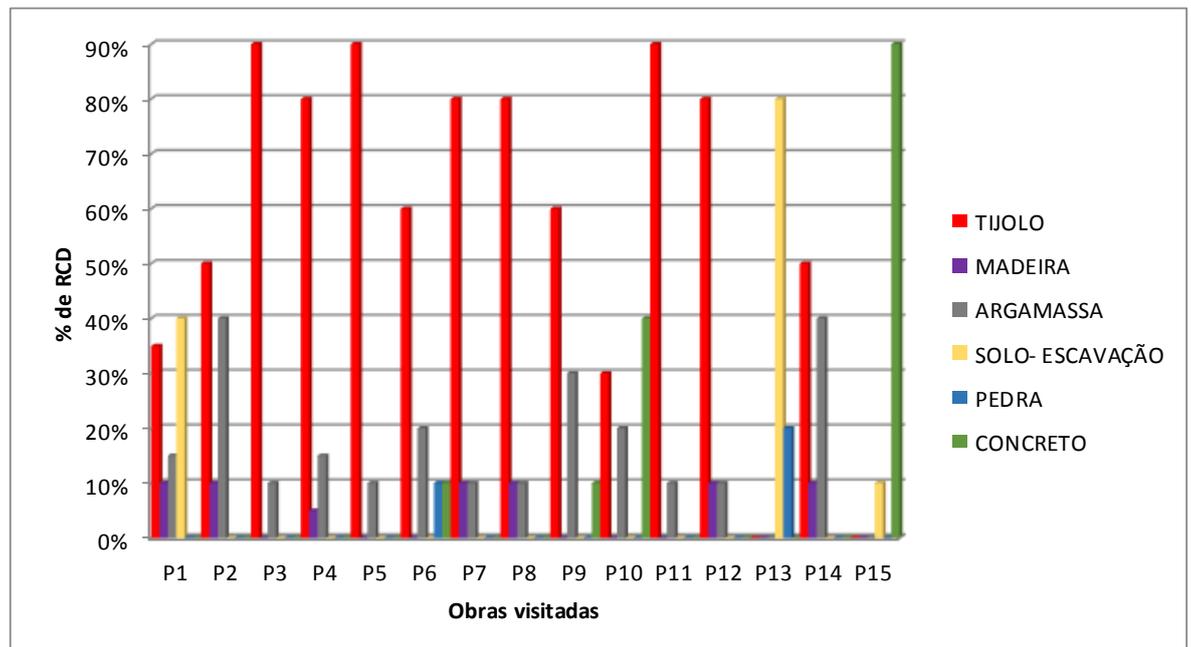
## 6.2 Levantamentos das obras que estavam em andamento no município

Durante o percurso realizado para verificar as obras em andamento no município foram visitadas quinze obras, onde foram observadas a diversidade e a quantidade de resíduos gerados, e constatado que a maior parte dos RCDs do município são provenientes de pequenas construções, reformas e demolições. A fim de qualificar os materiais encontrados nos entulhos foram realizadas análises *in loco* das caçambas na saída das obras. Foi feita a caracterização visual de algumas caçambas que estavam nas obras no instante das visitas. A caracterização visual dos resíduos das caçambas revelou a presença de materiais diversificados. Foram identificados, principalmente, argamassa, tijolo, madeira, papelão e plástico. Foram

visualizados resíduos da construção depositados junto com as embalagens de produtos, proveniente, provavelmente da etapa de vedação.

Na tabela do Apêndice D são discriminados a localização e áreas das novas construções, suas tipologias arquitetônicas e o resíduo observado nas caçambas de entulhos. Com os dados da tabela do Apêndice D, foi construído o gráfico que relaciona o percentual e o tipo de resíduo em cada obra visitada (figura 10).

Figura 10 – Gráfico que relaciona o percentual de componentes dos diferentes tipos de Resíduos da Construção e Demolição nas obras visitadas no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Autoria própria, 2014

Conforme a o gráfico da figura 10, os resíduos provenientes dos materiais de alvenaria de tijolos têm relevância em relação aos demais materiais, representando aproximadamente 49% de todo o material observado, seguido dos descartes de argamassas com aproximadamente 25%, do concreto com aproximadamente 10%, do solo com aproximadamente 8%, da madeira com aproximadamente 5%, da pedra (granito) com aproximadamente 3%. Cabe salientar que, segundo a Resolução CONAMA 307/2002, todos os resíduos de classe A (tijolo, argamassa, solo, pedra, concreto), que somam 93% do total mensurado, podem ser utilizados como agregados para a construção civil. Os resíduos de classe B (madeira, plástico e

papel) somaram 7% e também são passíveis de reutilização. Não foram encontrados resíduos das classes C e D.

Apesar da falta de destinação adequada, tanto as ações empresariais quanto as do poder público do município, necessitam de uma adequação ao que determina a Resolução 307/2002, em especial, no que se refere ao beneficiamento dos RCDs, sendo necessária a implantação de uma usina de reciclagem no próprio aterro de RCDs municipal, proporcionando assim, emprego e renda à população (SANTOS, 2008). Essa solução também envolve estudos de viabilidade técnica de utilização dos RCDs na produção de agregados para pavimentação, confecção de blocos sem função estrutural, peças para o meio fio, entre outros.

Em duas obras de demolições do tipo residenciais (pontos P6 e P10 do Apêndice D), de pequeno porte, localizadas no centro da cidade, o concreto e a argamassa se destacaram como os principais resíduos descartados. O descarte desses materiais, com alto potencial para reciclagem, acarreta desperdícios econômicos tanto para as construtoras, quanto para a prefeitura, pois acaba sendo necessário contratar um serviço de coleta de entulho regularmente. São resíduos de maior porte e peso, característicos das obras de demolição, cujo transporte é difícil de ser realizado por veículos licenciados menores. Os volumes provenientes desse tipo de obra, e que são depositados no aterro de RCD, poderiam, perfeitamente, ser reaproveitados em outras construções, após um trabalho de triagem e reciclagem (MIRANDA et al., 2009). O processo de demolição de edificações pequenas é, geralmente, realizado de forma manual, utilizando somente equipamentos menores, tais como marreta e martelete.

Foram visitadas cinco reformas residenciais com diferentes metragens e localizações dentro do município (pontos: P5, P7, P8, P9 e P11 do Apêndice D). As reformas de residências são frequentes em Guaíba, destacando-se as ampliações de moradias de pessoas com menor poder aquisitivo. Os resíduos oriundos dessas edificações muitas vezes não possuem deposição adequada, não sendo solicitados os serviços de coletas e transportes licenciados. Os maiores volumes gerados nesses tipos de construções são tijolos, argamassas e madeiras. O descarte desses materiais, de maneira indiscriminada e irregular em áreas impróprias para disposição, pode provocar graves problemas ambientais, de saneamento, sociais e econômicos, como inundações das vias e contaminação das águas subterrâneas (TESSARO et al., 2012).

Foram visitadas oito construções novas (Pontos: P1, P2, P3, P4, P12, P13, P14 e P15 do Apêndice D), localizadas em diferentes bairros do município. Nessas obras foram observados que os maiores volumes de resíduos eram de madeira, tijolos e argamassas. Salienta-se que, das oito obras visitadas, seis utilizavam o serviço de coleta dos entulhos de maneira adequada. Nas outras duas obras não foram observadas caçambas de entulhos, nem separação dos resíduos dentro do canteiro de obras para futura coleta.

Considerando-se os aspectos ambientais, a redução das perdas significa menor consumo de recursos naturais, acarretando uma diminuição do entulho, uma vez que a área licenciada para deposição está se exaurindo. A deposição irregular desses RCDs dificulta, também, o tráfego dos veículos e dos moradores ao longo dos logradouros. Quando não são tratados corretamente, esses resíduos causam, ainda, impactos sociais, visto que são responsáveis pelo surgimento de certas doenças que atingem a comunidade, afetando o bem-estar da população (COUTO; COUTO, 2007).

Considerando que as novas construções foram as mais encontradas dentro da área estudada, cabe salientar a importância da redução dos impactos ambientais, buscando evitar perdas de matéria-prima. Os materiais sobressalentes da etapa de vedação destas, por exemplo, poderia ser segregado para utilização em outras construções. Entretanto, pelo que foi observado, esses materiais são depositados como resíduos, sem ter sido utilizados. Na Figura 11 são mostradas as sobras de tijolos originários dessa etapa da construção.

Figura 11 – Resíduo de tijolos gerados principalmente na etapa de vedação da construção, encontrados em levantamento de campo, no município de Guaíba.



Fonte: Autoria própria (2014).

Conforme estimaram Pinto e Gonzáles (2005), alguns municípios brasileiros diagnosticaram que os resíduos de demolição e reformas são responsáveis por 59% dos resíduos gerados, enquanto que, 41% provêm de construções novas. Não foi possível quantificar os resíduos, mas, qualitativamente, pôde se observar que os resíduos oriundos das construções novas são gerados em quantidade maiores do que os resíduos das obras de reforma e demolição, o que foi atribuído ao crescimento populacional do município e à facilidade de aquisição de imóveis através de financiamentos imobiliários, principalmente pela Caixa Econômica Federal, com o programa social governamental “Minha Casa, Minha Vida” (BRASIL, 2009). A geração de resíduos, nesse tipo de construção, se deve à inexistência de um planejamento projetual e executivo por parte das construtoras. Em menor representatividade, nas obras de demolições visitadas não foram identificados sistemas de coleta dentro dos canteiros, comprometendo o conhecimento da exata destinação dos RCDs. Segundo a SMAMA (GUAÍBA, 2012), no município de Guaíba não há empresas que realizam a reciclagem de RCDs e poucas obras reutilizam os materiais.

A figura 12 apresenta um mapa englobando as 15 obras visitadas dentro da área pesquisada. No centro de Guaíba foi observado o mais número de obras em

andamento, sejam construções novas, ou reformas e demolições. Segundo a Secretaria Municipal de Obras, essa ainda é a região mais atrativa para a construção de obras residenciais e comerciais, atraindo um público com maior poder aquisitivo, devido sua proximidade com os pontos turísticos e as infraestruturas já existentes.

Figura 12 – Localização das obras visitadas no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro de 2014 a março de 2014 (coordenadas geográficas de referência: S 30°06'53"; O 51°19'41"), na imagem Google Earth (2014).



Fonte: Google Earth, 2014.

Procurando conhecer a política adotada para gestão dos RCDs, foi verificada *in loco* a forma como as construtoras lidavam com os resíduos dentro do canteiro de obras. Entretanto, as quinze obras visitadas não possuíam um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), depositando seus

resíduos nos canteiros sem segregação, contrariando a determinação da resolução CONAMA 307/2002. Oito delas utilizavam o serviço de coleta de entulhos, enquanto que as demais reutilizavam os resíduos para outros fins, como pavimentações e contra pisos. Em 27% das construções foram verificados canteiros de obras organizados e limpos. Entretanto, 73% destas não possuíam uma logística para o gerenciamento residual, conservando os materiais reutilizáveis junto dos resíduos. O diálogo com os responsáveis pelas obras mostrou o desconhecimento do destino que as empresas coletoras davam para os seus resíduos, o que evidencia certa despreocupação com a questão ambiental, por parte da construtora.

Segundo a Secretaria de Obras Municipal, as tipologias das obras com habite-se mais aprovadas e regularizadas pela prefeitura são as residenciais, seguida das mistas e das comerciais. As construções estão ocorrendo em praticamente todos os bairros, com maior índice no Jardim dos Lagos, do tipo residencial. Com a extração desses dados é possível diagnosticar onde estão os maiores causadores de impactos ambientais gerados pelos resíduos da construção civil.

Conforme já mencionado, a SMAMA começou a exigir, a partir do ano de 2011, os planos de gestão dos resíduos de obra para o licenciamento no âmbito municipal. Porém, constatou-se que, tanto as exigências do órgão fiscalizador, quanto a responsabilidade ambiental do gerador do resíduo ainda estão em fase embrionária. Após o levantamento efetuado nesta pesquisa foi constatado que as construtoras, os empreendedores e os proprietários de residências reformadas são os grandes responsáveis pela geração desses resíduos em Guaíba, contrariando o que estabelece a resolução CONAMA 307/2002, que responsabiliza os geradores dos resíduos da construção e os obriga a planejarem seus gerenciamentos através do manejo e destinação ambientalmente adequados (BRASIL, 2002).

Durante as visitas às obras, foram observadas deposições de papelões, papéis, plásticos e madeiras (resíduos de classe B) junto aos resíduos reutilizáveis, tais como tijolos, argamassa, madeira (resíduos de classe A). Não foram vistas equipes de limpeza responsáveis pela separação dos RCDs dentro dos canteiros, também contrariando a resolução CONAMA 307/2002, que estabelece que os resíduos das diferentes classes devam possuir diferentes destinações e tratamentos (BRASIL, 2002). A figura 13 exemplifica a forma desregrada com que estavam sendo depositados os resíduos dentro dos canteiros de obras.

Figura 13 - Deposição dos Resíduos da Construção e Demolição em obra nova visitada no município de Guaíba em março de 2014.



Fonte: Autoria própria (2014).

### 6.3 Levantamento nos locais de deposição irregular

Os acúmulos de entulho depositados nas mais diversas regiões da cidade, em pequenas ou grandes áreas, sejam elas centrais ou periféricas, são cenas presenciadas diariamente pelos cidadãos. A prática de deposição desses resíduos em tais áreas é conhecida como deposição irregular ou clandestina de RCDs, que, apesar de ilegal, é muito frequente. Os pontos de deposições irregulares, geralmente em grande número, são resultado, na maioria das vezes, do descarte de resíduos oriundos em obras de pequeno porte ou em reformas, frequentemente devido a processos de autoconstrução, realizados pela camada da população urbana de menor renda. Essas obras geralmente são informais, sem licenciamento, e geram pequenos volumes de RCD, de maneira isolada, no município. Porém, por serem frequentes e em grande número, acabam contribuindo com uma parcela significativa dos RCDs gerados (CEF, 2005).

O transporte do entulho até essas áreas indevidas é, normalmente, realizado pelos próprios proprietários das obras ou por carroceiros. Esses depósitos em locais irregulares ocorrem, principalmente, porque muitas dessas obras sequer possuem responsáveis técnicos ou projetos arquitetônicos, quanto mais um plano de gerenciamento de resíduos. Além disso, o custo com o aluguel das caçambas e com seu transporte, a distância da obra ao aterro e a falta de educação ambiental

contribuem para a destinação inadequada. Esses problemas são comuns, principalmente em bairros periféricos que dispõem de maior área livre e passível de depósito, habitados por moradores com menor renda *per capita* (CEF, 2005). Com frequência, as áreas degradadas pelas deposições de RCDs apresentam sério comprometimento da paisagem urbana, demonstrando que os agentes responsáveis pelo descarte de resíduos não estão preocupados com os custos sociais que a atividade representa para as cidades (PINTO, 1999).

O levantamento dos pontos de deposições de RCDs irregulares no município de Guaíba foi feito através de percurso com veículo automotor em uma área aproximada de 3,5 km<sup>2</sup>, abrangendo diferentes bairros do município. Foram identificados doze pontos de deposições irregulares de RCD, sendo eles em terrenos baldios, nas margens do Rio Guaíba e no meio-fio das ruas. Esses pontos se encontravam em diferentes regiões do município, prevalecendo nas periferias, representando o produto das construções informais empreendidas pela população de baixa renda. Nos bairros Morada da Colina, Vila Jardim e nas proximidades do aterro foi encontrada uma maior quantidade de resíduos nas ruas e nos terrenos baldios, atribuída à falta de acesso pelos órgãos fiscalizadores.

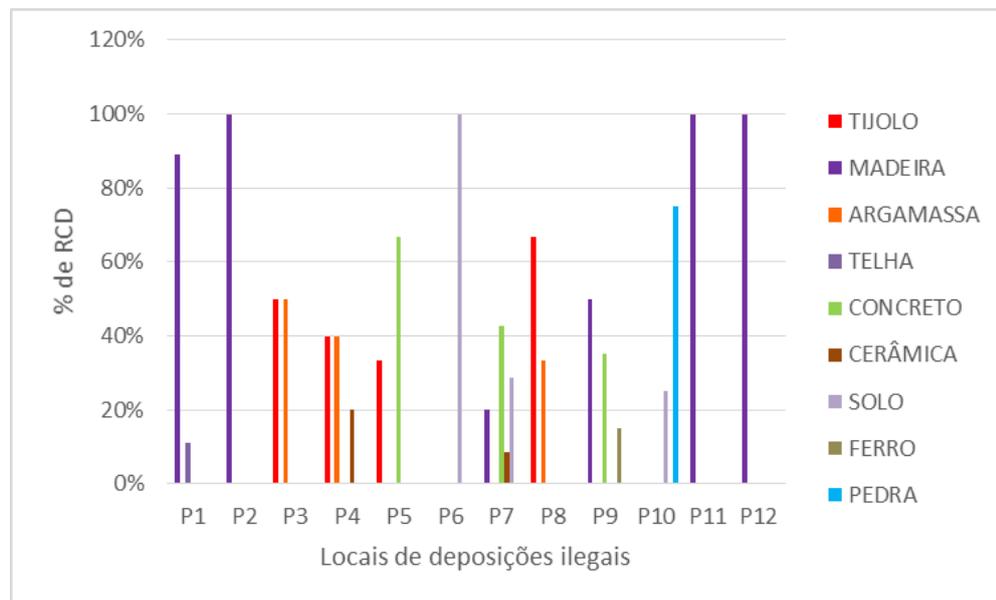
Dos resíduos encontrados irregularmente, aproximadamente 54% foram depositados nas margens das vias (ruas e avenidas) e 46% em terrenos abandonados. Segundo relatos da direção do setor de licenciamento ambiental da SMAMA, os RCDs que são depositados em locais irregulares acabam sendo recolhidos pela própria prefeitura e encaminhados ao aterro licenciado, visando melhores condições ambientais, sociais e o conforto visual da população. Ainda, a própria direção do setor de licenciamento ambiental não soube estimar a quantidade de resíduos que são recolhidos, semanalmente, nos locais irregulares, uma vez que essa não seria atividade a ser desempenhada pela prefeitura. Além disso, não há uma guarita de controle de entrada de veículos no aterro para que se possa averiguar o volume estimado de resíduos depositados pelo órgão municipal.

Os resíduos descartados em cada ponto irregular foram caracterizados visualmente segundo a metodologia adotada por Marques Neto (2005). Foram observados materiais diversificados nas amostras, sendo eles: madeira, telha de fibrocimento, tijolo, argamassa, materiais cerâmicos, concreto, solo, pedra, ferro, papel e plástico. Esses resíduos são provenientes, por sua heterogeneidade, de obras de reformas, bastante comuns no município de Guaíba. Na tabela do

Apêndice E é apresentada a relação dos locais onde foram encontrados depósitos irregulares de RCDs, sendo eles em diferentes regiões do município.

O gráfico da figura 14 apresenta a composição dos RCDs observada nas deposições irregulares em Guaíba.

Figura 14 – Gráfico que relaciona a composição dos resíduos da construção e demolição e os pontos onde foram depositados irregularmente em Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014.



Fonte: Autoria própria, 2014

Os resíduos provenientes de solo de terraplanagem têm relevância em relação aos demais materiais, representando aproximadamente 90% de todo o material observado, seguido dos descartes de madeiras com aproximadamente 6%, do concreto com 1,30%, do tijolo com 1% e assim por diante, conforme mostrado na tabela 5. Cabe salientar que todos os resíduos da classe A, que somam aproximadamente 94% do total mensurado, poderiam ser utilizados como agregados para a construção civil, justificando, assim, a importância da instalação de uma usina de reciclagem no município (MIRANDA et al., 2009). Os resíduos da classe B, composta por madeira e ferro, somaram 6% e, também, são passíveis de reutilização. Não foram encontrados resíduos das classes C e D.

Tabela 5 – Percentual dos volumes estimados de resíduos de construção e demolição depositados em locais irregulares no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014.

Tipo de Resíduo	%
Solo	90,00%
Madeira	6,00%
Concreto	1,30%
Tijolo	1,00%
Pedra	0,78%
Argamassa	0,54%
Cerâmica	0,18%
Telha	0,20%
Total	100,00%

Fonte: Autoria própria, 2014

Foram registrados alguns terrenos, localizados tanto em zonas próximas ao centro, quanto em áreas mais afastadas, com deposição irregular de RCDs. A figura 15 refere-se ao ponto 1 (P1, disponível no Apêndice E) onde é mostrado um terreno situado a duas quadras do órgão fiscalizador da prefeitura de Guaíba, evidenciando a ineficiência da fiscalização. Segundo a direção do setor de licenciamento ambiental da SMAMA a ineficiência é devida à carência de funcionários para efetuarem esse tipo de serviço.

Figura 15 – Registro de deposição irregular de resíduos de construção e demolição no ponto 1 no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014 (coordenadas geográficas de referência: S 30°06'36"; O 51°19'30"), na imagem Google Earth (2014).

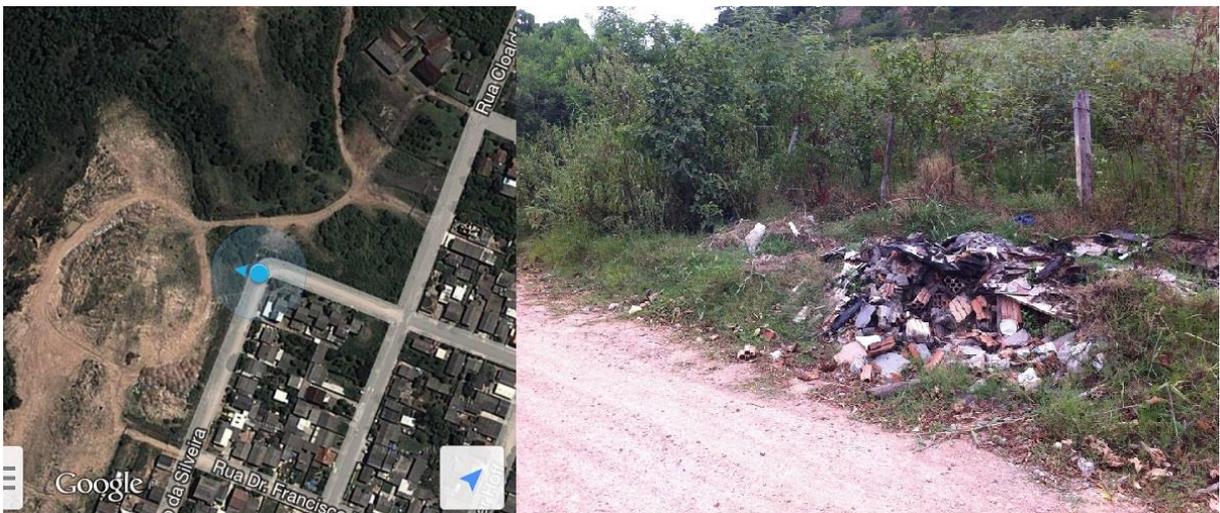


Fonte: Autoria própria, 2014.

Durante o registro fotográfico do ponto 2 (P2, Apêndice E) foi flagrado um cidadão depositando resíduos da construção num terreno baldio. Essa ação confirma que ainda há uma parcela da população que não se preocupa em depositá-los em locais inapropriados. Segundo John e Agopyan (2003) o principal problema do RCD, do ponto de vista ambiental e até estético, é que a sua disposição irregular, incentiva à criação de pontos de “bota foras” (áreas, públicas ou privadas, utilizadas como depósitos informais sem nenhum controle técnico). Muitos desses pontos se iniciam com a disposição feita por moradores locais, progredindo para carroceiros e progredem para caminhões caçamba de empresas particulares.

Foram encontrados sete pontos de deposição irregular nas margens de estradas e ruas. A figura 16 exemplifica outro local em que foram depositados RCDs inadequadamente. Essa prática vem sendo constante devido à falta de fiscalização por parte da prefeitura. Segundo Pinto (1999), o aparecimento dessas áreas de descarte irregulares resulta, principalmente, da insuficiência de locais apropriados para disposição dos RCDs. Complementa que essa situação poderia ser evitada com a implantação de Centrais de Entulhos, devidamente estruturadas, controladas e preparadas, em alguns bairros considerados problemáticos.

Figura 16 – Registro de deposição irregular de resíduos de construção e demolição no Ponto 2, no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014 (coordenadas geográficas de referência: S 30°08'23"; O 51°19'55"), na imagem Google Earth (2014).



Fonte: Autoria própria, 2014.

No ponto 6 (Apêndice E) foi verificado o depósito irregular de aproximadamente 445 m<sup>3</sup> de solo de escavação em um terreno não edificado, no bairro Alegria. Segundo comentários feitos pelos moradores de terrenos vizinhos, esse material foi depositado há mais de seis meses.

O bairro em que foi verificada a maior quantidade de resíduos depositados irregularmente, tanto em terrenos abandonados, quanto no meio-fio das ruas, foi o Morada da Colina. Essa quantidade se justifica por se tratar de um bairro com muitas obras de reformas e ampliações prediais, que por serem informais, dificilmente são controladas e inspecionadas pela prefeitura.

Todos os pontos de deposição de resíduos da construção e demolição encontrados durante a pesquisa de campo foram mapeados e são apresentados na figura 17. Nesse mapa é possível verificar a área abrangida no estudo e os diferentes locais em que os resíduos foram depositados no município. São áreas espalhadas dentro do limite territorial do município, próximas ao Rio Guaíba, à Rodovia BR-116, dentro da malha urbana e, também, da zona rural. Dentro do raio de estudo, foram encontradas deposições ilegais de resíduos da construção em 6 bairros urbanos (Parque 35, Balneário Alvorada, Vila Jardim, Alegria, Morada da Colina e Bom Fim Velho) e 2 bairros rurais (sem identificações dos nomes).

Figura 17 – Mapa com a identificação dos pontos de deposições irregulares encontrados no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014 (coordenadas geográficas de referência: S 30°07'56"; O 51°20'49").



Fonte: Google Earth, 2014.

Segundo Pinto e Gonzáles (2005), os impactos ambientais causados pela má gestão dos RCDs são devidos a não captação compromissada dos resíduos da construção civil, a inexistência de políticas públicas que disciplinem a destinação dos resíduos, associados a um ineficaz gerenciamento ambiental de alguns agentes ligados à sua gestão. Assim, impõe-se à população um expressivo número de áreas degradadas. Entretanto, essas áreas estão, na maioria das vezes, localizadas nas periferias dos municípios onde há maior número de áreas livres e, vizinhas a estas áreas, encontra-se a população mais carente, as quais são mais afetadas pelos problemas causados pela disposição incorreta dos RCDs. Com efeito, salienta-se que não são realizadas campanhas de educação ambiental sobre a disposição correta de RCDs no município.

#### 6.4 Levantamento das coletas de resíduos da construção e demolição por empresas licenciadas

As duas empresas licenciadas responsáveis pela coleta de RCDs possuem um papel importante, trazendo benefícios ambientais, econômicos e sociais para Guaíba. No que concerne aos aspectos ambientais e econômicos, contribuem com a limpeza da cidade, uma vez que os resíduos deixam de ser depositados em locais inadequados, sendo despejados nas áreas licenciadas, diminuindo as despesas da prefeitura municipal, que teria que remover esses materiais dos locais irregulares.

O transporte é contratado pela construtora da obra geradora do resíduo, que define quantas vezes a caçamba deverá ser removida do local (por dia ou semana, dependendo do volume). Segundo a resolução CONAMA 307/2002, para que a empresa contratada realize a coleta, essa deve possuir uma licença a fim de depositar seus resíduos no aterro de RCDs. O transporte dos resíduos vem sendo realizado através de caminhões com caçambas estacionárias metálicas com capacidade de 4,5 m<sup>3</sup> de entulhos. A figura 18 mostra o registro fotográfico das caçambas pertencentes às empresas licenciadas no município. Segundo a direção do setor de licenciamento ambiental de Guaíba, as empresas que realizam o trabalho de coleta e transporte de RCD no município possuem suas licenças atualizadas anualmente, entretanto não foram fornecidas cópias das mesmas para anexação neste trabalho.

Figura 18 – Imagem das caçambas de recolhimento de entulho das empresas licenciadas a coletar e transportar os resíduos de construção e demolição no município de Guaíba.



Fonte: Autoria própria, 2014

Segundo relatos da direção do setor de licenciamento ambiental da SMAMA, há catadores, considerados informais, que também realizam essa atividade, sem nenhuma licença de transporte e/ou permissão para deposição do material no aterro. Esses catadores acabam depositando os entulhos em qualquer lugar, sejam terrenos baldios, ruas, estradas ou nas margens do rio Guaíba. Os caminhões da prefeitura não são designados para o transporte dos resíduos de construção, somente dos domiciliares.

Durante a pesquisa de campo, foram questionados os proprietários das empresas de coleta de entulho, em diferentes dias. Essas empresas realizam a disposição final de todos os resíduos coletados no aterro de RCDs licenciado, conforme estabelece a resolução CONAMA 307/2002.

O questionário utilizado foi estruturado com questões abertas, por se tratar, de acordo com Goldenberg (1999), de um instrumento de coleta de dados menos complicado do que a entrevista, pouco dispendioso, que não requer preparo anterior dos aplicadores, sem comprometer os resultados. O questionário e as respostas transcritas em sua íntegra são apresentados na tabela do Apêndice F. Esses questionários foram realizados para a coleta de um maior número de informações, dada a dificuldade de acesso aos dados das empresas.

O primeiro entrevistado foi o proprietário da empresa 1, que possui 75 caçambas de 4,5 m<sup>3</sup>. A empresa costumava realizar a coleta tanto de resíduos da construção, quanto de lixo (plástico, papel, papelão e madeira), mas, a partir de 2012, passou a recolher somente resíduos da construção civil. O lixo comum que era depositado nas caçambas, junto com os RCDs, tinha o mesmo destino: o aterro licenciado pela prefeitura municipal.

A empresa 1 trabalha com dois perfis de clientes:

- a) Fixos: são aqueles que possuem uma grande demanda e solicitam o serviço de coleta diariamente, durante um período prolongado. Assim que a caçamba for preenchida, a empresa coletora realiza sua substituição.
- b) Não fixos: são os clientes novos, com obras de pequeno porte, principalmente casas unifamiliares que solicitam o serviço uma única vez.

Segundo o proprietário da empresa 1 está sendo aguardada a liberação dos órgãos ambientais para que a empresa possa trabalhar com a reciclagem dos resíduos da construção. Atualmente, não há empresas que trabalham com a reciclagem dos resíduos da construção civil no município.

Os demais entrevistados foram os proprietários da empresa 2. A empresa trabalha há quinze anos com a coleta de resíduos da construção civil e possui 50 caçambas de 4,5 m<sup>3</sup>. Atualmente, a empresa 2 está prestando serviços aos clientes não fixos. Cabe salientar, que nas duas empresas não há profissionais com formação específica na área de gestão de resíduos.

As respostas ao questionário apontaram problemas que comumente ocorrem no município e servirão para nortear a execução do diagnóstico da atual situação dos resíduos da construção em Guaíba. Sabendo o volume aproximado e o tipo de RCDs que as empresas licenciadas coletam, diariamente, nas obras, será possível quantificá-los e gerenciá-los. A identificação dos períodos de maiores solicitações de caçambas de entulhos facilitará o monitoramento e a fiscalização, por parte do órgão público, a fim de mitigar os impactos que os resíduos depositados irregularmente causam no município.

Segundo as respostas dos questionários, o período de maior demanda para coleta de RCDs, geralmente, vai de novembro a dezembro, e, atualmente, as duas empresas estão trabalhando para 55 obras, conseqüentemente depositando um volume elevado de RCDs no aterro do município. Cada empresa atende a diferentes bairros, com diferentes volumes e a maioria dos clientes são pequenos construtores que locam as caçambas para depositar, na maioria das vezes, resíduos oriundos de obras de reforma, sem aproveitamento dos materiais. A empresa 2 é, atualmente, a maior transportadora de RCDs no município, o que corresponde a 81% da coleta e transporte licenciado de resíduos.

A maior barreira que a resolução CONAMA 307/2002 encontra, certamente, é por parte dos geradores, principalmente, as construtoras, que já vem se mostrando insatisfeitos com a nova condição de responsáveis pelo resíduo que geram. Ao contrário de outros ramos industriais, onde o gerador é o responsável por seu resíduo até seu destino final, atualmente a Indústria da Construção Civil apenas paga pelo transporte, sem ter conhecimento nem responsabilidade pelo local onde o resíduo é depositado e, provavelmente, criarão resistência para assumirem esta nova responsabilidade atribuída pela resolução (SARDÁ, 2003).

Segundo consta no Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Guaíba (GUAÍBA, 2012), o resíduo da construção civil é estimado em 300 m<sup>3</sup>/mês. Comparativamente, o volume estimado em Guaíba é inferior aos obtidos no município de Erechim/RS (350 m<sup>3</sup>/mês) (FARESIN; MELO, 2009), Paranavaí/ PR

(1.200 m<sup>3</sup>/mês) (MIAMOTO; VANDERLEI, 2012) e Itatiba/SP (3.520 m<sup>3</sup>/mês) (SILVA; PIMENTEL, 2011).

### **6.5 Análise do cadastro das licenças ambientais das obras de construção do município de Guaíba**

Em outubro de 2006 passou a vigorar o Plano Diretor de Planejamento e Gestão Municipal da cidade (Lei Municipal 2.146/2006), mas este não contempla nenhum tipo de diretriz para a adequada disposição dos RCDs. Desde 2011, a prefeitura de Guaíba passou a fiscalizar a questão da destinação dos RCDs. Todas as obras licenciadas municipalmente foram cadastradas num banco de dados e os geradores formais de RCDs são compelidos a apresentar um plano de destinação para os mesmos.

Com a autorização da direção do setor de licenciamento ambiental do município, foi feito um levantamento das licenças ambientais das construções no período de 2011 a 2013. Nessa análise foi constatada a aprovação de 28 projetos, nos quais se observou se houve a apresentação de um plano de gerenciamento de resíduos, se as justificativas estavam em conformidade a resolução CONAMA 307/2002 e se a construtora entregou alguma declaração em que constasse o tipo de resíduo e qual o local para sua deposição. Segundo as exigências do setor de licenciamento ambiental do município, todos os projetos necessitam, obrigatoriamente, apresentar um plano de gerenciamento dos resíduos da construção e demolição. Foram anexados aos licenciamentos ambientais dos projetos relacionados sete planos de destinação de resíduos, ou seja, 25% do total de empreendimentos construídos, nesse período.

As licenças das edificações realizadas no ano de 2014 não foram inseridas nesse trabalho, pois, segundo o setor de licenciamento ambiental da SMAMA, não receberam nenhum projeto a ser licenciado. No setor de cadastramento da prefeitura, consultado em março de 2014, foi informado que não havia o cadastro de nenhuma obra construída em 2014 a ser submetida à aprovação de licenciamento ambiental.

A quantidade de empreendimentos que foram licenciados no período de 2011 a 2013 ainda é pequeno, entretanto, isso se justifica por se tratar dos primeiros anos

de fiscalização. O número de obras licenciadas por ano e suas metragens totais é apresentado na tabela 6.

Tabela 6 – Quantidade de empreendimentos licenciados, área construída e quantidade de planos de destinação de resíduos apresentados anualmente, no período de 2011 a 2013, no município de Guaíba.

Ano	Quantidade de Empreendimentos licenciados	Total Área construída	Quantidade de Plano de destinação de resíduos	%
2011	1	3340,75	1	100,00%
2012	15	8789,83	5	33,33%
2013	12	5940,35	1	8,33%
Total	28	18070,93	7	25,00%

Fonte: Autoria própria, 2014

O baixo número de licenças exibidas no ano de 2011 é justificado por este ser o ano em que a atividade de regulamentação foi iniciada. Em 2012, tomando-se como parâmetro o ano de 2011, houve um aumento na quantidade de área licenciada, representando um crescimento de 2,63 vezes. Já em 2013, houve uma diminuição da área construída, devido à redução da quantidade de empreendimentos licenciados.

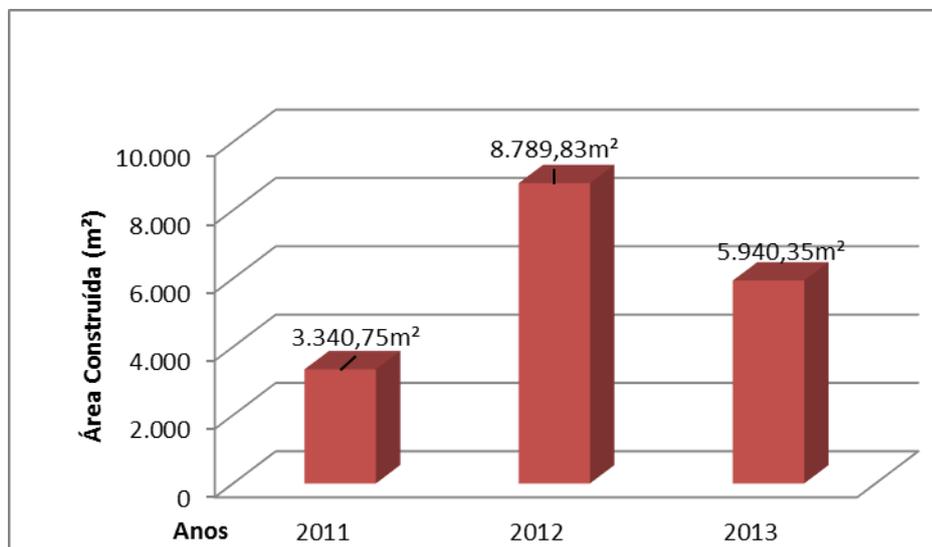
No ano de 2012, em que se verificou a maior metragem construída e o maior número de empreendimentos licenciados dos três anos, com 15 edificações, menos da metade das obras apresentaram o seu plano de destinação de RCDs. Em 2013, observou-se a diminuição do número de obras construídas, e a consequente diminuição da metragem quadrada, enquanto que o número de planos de destinação de resíduos apresentados na prefeitura teve uma redução de mais de 70%. Constatou-se, com esses dados, a ineficiência de fiscalização da prefeitura perante as construtoras, principalmente na questão do licenciamento ambiental.

Durante o período de 2011 a 2013, foram encontrados três tipos de licenças ambientais concedidas e aprovadas no município, segundo o Resolução CONAMA 237/1997 (BRASIL, 1997). A tabela do Apêndice B relaciona as licenças ambientais aprovadas, nesse período. As licenças únicas foram as mais concedidas, com 18 aprovações; seguidas das licenças de operações, com 7 aprovações, e as licenças de instalações, com 3 aprovações. Não foi constatada nenhuma licença prévia, no banco de dados das licenças ambientais consultado no setor de licenciamento

ambiental municipal. A lei municipal 2585/ 2010, criou a Licença Única (LU), para aquelas atividades e empreendimentos de mínimo e pequeno porte, com grau de poluição baixo ou médio, podendo ser emitidas na fase de planejamento, instalação ou operação (GUAÍBA, 2010). Com efeito, grande parte das licenças expedidas no município foram desse tipo, por ser uma licença mais simplificada que as demais e também menos burocrática. No Anexo A, é apresentada uma das licenças únicas que foram aprovadas no município de Guaíba.

No período de 2011 a 2013, foram construídas obras de pequenas residências a edifícios residenciais, cujas metragens variaram de 140 m<sup>2</sup> a 2524 m<sup>2</sup>. 2012 foi o ano com a maior metragem de edificações construída e com o maior número de empreendimentos que submeteram os planos de destinação de RCD à aprovação pelo licenciamento ambiental. A relação de metragem quadrada de área construída por ano é apresentada no gráfico da figura 19.

Figura 19 – Gráfico que relaciona a área construída em função do período em que vem sendo realizado o licenciamento ambiental no município de Guaíba, no estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Autoria própria, 2014

Referente à tipologia das obras que tiveram a licença ambiental aprovada constatou-se que a maioria das licenças ambientais foram liberadas para projetos de edificações unifamiliares (71,4%), seguidas de projeto multifamiliares (10,7%), multifamiliares com comércio no térreo (10,7%) e comerciais (3,5%), conforme a tabela 7. Pode-se justificar, com esses dados, que o avanço na taxa de ocupação

das edificações no município de Guaíba está voltado para a construção de condomínios fechados e novos loteamentos de casas populares. Isso está relacionado com a implantação do programa “Minha Casa, Minha Vida” da Caixa Econômica Federal, que está atuando também no município (BRASIL, 2009).

Tabela 7 – Relação das diferentes tipologias e áreas construídas de obras cujo licenciamento ambiental foi aprovado em Guaíba, no período de 2011 a 2013.

Tipologia de obras	Quantidade de obras	Área construída (m <sup>2</sup> )	Quantidade de Plano de destinação de resíduos	%
Unifamiliares	21	7818,65	5	23,81%
Multifamiliares	3	5188,59	2	66,67%
Multifamiliares + Comercial	3	4265,42	0	0,00%
Comercial	1	798,27	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>18070,93</b>	<b>7</b>	<b>25,00%</b>

Fonte: Autoria própria, 2014

Cabe salientar que somente 25% dos planos de destinação de resíduos da construção foram apresentados pelas construtoras à Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de Guaíba. Esse é um percentual baixo, em comparação com os 18.070,93 m<sup>2</sup> de obras construídas no período de 2011 a 2013. As residências unifamiliares lideram a maior metragem construída no município, seguidas pelas obras multifamiliares e multifamiliares com comércio no térreo. Com menor metragem construída estão os estabelecimentos comerciais. Embora apenas 3 empreendimentos tiveram seu licenciamento ambiental aprovado, as obras que mais apresentaram planos de destinação de resíduos foram as multifamiliares (66,67%); seguidas pelas obras unifamiliares, com 23,81%. Dessas últimas, das 21 obras com licenciamento ambiental aprovado, 5 apresentaram o seu plano de destinação de resíduos.

Apesar da resolução CONAMA 307/2002 definir que as construções devem apresentar aos órgãos ambientais dos seus municípios um plano de gestão de resíduos, ainda existem empresas que não atenderam a essa solicitação. Isso foi confirmado através da comparação das áreas das construções realizadas, agrupadas em quatro intervalos: (1) 140 a 250 m<sup>2</sup>; 2) 251 a 430 m<sup>2</sup>; 3) 431 a 640 m<sup>2</sup>; 4) 641 a 3350 m<sup>2</sup>, com a quantidade de planos de gerenciamento de resíduos apresentados (tabela 8).

Tabela 8 – Número de empreendimentos com licenças ambientais aprovadas no município de Guaíba que apresentaram planos de gestão de resíduos considerando a área das obras construídas, período de 2011 a 2013.

<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade de empreendimentos</b>	<b>Quantidade de Planos de resíduos</b>
140 a 250	7	3
251 a 430	7	1
431 a 640	7	0
641 a 3350	7	3
Total	28	7

Fonte: Autoria própria, 2014

As obras que foram regularizadas com maior frequência foram as de menor porte (140 a 250 m<sup>2</sup>) e as de maior porte (641 a 3350 m<sup>2</sup>). As obras de menor porte são caracterizadas pelas residências construídas dentro de loteamentos, enquanto que as de maior porte são os edifícios localizados próximos ao centro do município. O maior número de planos de resíduos apresentados pelas construtoras está relacionado à localização de suas obras (pontos de maior fiscalização da prefeitura) e por tratar de obras financiadas pela Caixa Econômica Federal (residências dentro de loteamentos populares).

Os planos de gerenciamento de resíduos de Guaíba solicitados pela Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente ainda estão em fase embrionária. A maior parte das declarações apresentadas pelas construtoras não continham informações relevantes sobre o empreendimento e o local de deposição dos resíduos, tais como a documentação de responsabilidade técnica junto ao conselho regional, o memorial descritivo, a descrição dos procedimentos para triagem e acondicionamento dos resíduos, as especificações técnicas, a quantidade de resíduo gerada e os itinerários para transporte de material. No entanto, a resolução CONAMA 307/2002 determina que as construtoras elaborem um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) como condição para a aprovação dos projetos de construção junto às prefeituras. O setor de licenciamento ambiental municipal ainda não está, criteriosamente, exigindo das construtoras o cumprimento das normas das e resoluções referentes aos planos de resíduos da construção. Tanto que não existe ainda um plano de gerenciamento de resíduos específico para a construção civil.

Analisando-se as licenças ambientais expedidas pela Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, foi observado que, embora todas as construtoras tivessem que

apresentar o plano de destinação dos RCDs, apenas em seis constavam declarações de que os resíduos oriundos das obras seriam reutilizados para aterro ou para construção de contra-pisos (empresas 1, 4, 6, 12, 19 e 21 do apêndice A).

Foram observadas algumas propostas questionáveis, tais como a de determinada empresa que declarou em seu plano que os resíduos seriam depositados diretamente em uma área pertencente à prefeitura. Entretanto, essa área não é licenciada para a deposição de RCD (empresa 13 do apêndice A). Apesar de esse local pertencer à prefeitura, o aterro licenciado é o único local autorizado à disposição dos resíduos da construção e demolição no município. Além disso, essa declaração foi emitida alguns meses depois da coleta do entulho ter sido realizada, adverso ao que é mencionado na Lei 12.305/2010, requisito para a aprovação do projeto arquitetônico junto ao órgão fiscalizador municipal (BRASIL, 2010).

O plano de deposição dos RCDs proposto por apenas duas construtoras, cujas licenças foram expedidas, foi justificado com maior clareza e concisão. Estas informavam que os resíduos seriam reutilizados na própria obra ou separados, para que os órgãos responsáveis pela coleta municipal de lixo os recolhessem (empresas 6 e 12 do apêndice A).

Além de a prefeitura exigir somente uma declaração de disposição dos resíduos, averiguou-se que não há uma padronização para essa documentação. Segundo o setor de licenciamento ambiental do município é necessário o estabelecimento de um plano efetivo para gerenciamento dos resíduos de construção em Guaíba (GUAÍBA, 2012).

Com as licenças ambientais coletadas foram averiguadas quais as regiões de Guaíba que submeteram seus projetos de edificações para aprovação do licenciamento ambiental. A tabela 9 mostra os bairros do município que tiveram suas obras com a aprovação do licenciamento ambiental.

Tabela 9 – Relação de bairros do município de Guaíba onde as obras tiveram o licenciamento ambiental aprovado.

Bairro da obra	Área construída (m <sup>2</sup> )
1 Alegria	1.102,33
2 Alvorada	2.157,59
3 Cel. Nassuca	720,00
4 Centro	2.524,14
5 Engenho	439,17
6 Florida	3.790,75
7 Jardim dos Lagos	2.419,28
8 Jd. Santa Rita	436,84
9 Lot. Parque do Noli	1.467,41
10 Parque 35	638,95
11 Vila Elza	294,90
12 Vila Iolanda	1.004,05
13 Vila Pedras Brancas	587,00
<b>Total</b>	<b>17.582,41</b>

Fonte: Autoria própria, 2014

Dos treze bairros que tiveram obras com licença ambiental aprovada, dois possuíam a maior quantidade das licenças aprovadas nesse mesmo período, sendo eles: Jardim dos Lagos (9 licenças aprovadas) e Loteamento Parque dos Noli (3 licenças aprovadas). Tanto no primeiro, quanto no segundo bairro, foram construídas, predominantemente, edificações unifamiliares com metragem que variavam entre 140 m<sup>2</sup> a 430 m<sup>2</sup>. Esses dois bairros estão localizados numa região afastada do centro do município, próximos da rodovia BR-116. A maior quantidade de licenças ambientais submetidas à aprovação provém dessa região, devido a sua visibilidade da rodovia federal que facilitaria a fiscalização e, também, pelo fato do desenvolvimento urbano estar se manifestando em locais com menor densidade populacional. Essas são áreas próximas ao aterro de RCD municipal, o que viabilizará a logística dos transportes de coletas dos resíduos da obra até o destino final.

Nesse período, não foram constatadas aprovações das licenças ambientais para construções em 25 bairros, sendo eles: Bela Vista, Bom Fim Novo, Bom Fim Velho, Chácara das Paineiras, Cohab, Colina, Columbia City, Ermo, Fátima, Ipê, Jardim Panorama, Laranjeiras, Neiva, nova Guaíba, Passo Fundo, Primavera, Ramada, Ruy Coelho Gonçalves, São Francisco, São Geraldo, São Jorge, Spagiari, Vera Cruz, Vila Jardim e Vila Nova. As licenças ambientais desses bairros não foram submetidas devido à falta de fiscalização da prefeitura, frente as construtoras. Segundo a direção do setor de licenciamento ambiental de Guaíba, atualmente, as

fiscalizações da prefeitura são realizadas mediante denúncias, devido à carência de funcionários.

A partir da instituição do Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGA), em 2003, que é o mecanismo que aproxima os órgãos ambientais para a gestão compartilhada das políticas ambientais, em especial dos instrumentos de licenciamento e de fiscalização ambiental, os municípios gaúchos são responsáveis pela gestão ambiental e devem realizar o licenciamento ambiental de impacto local. Assim, o setor de licenciamento do município acaba tendo a obrigação de fiscalizar as demandas referentes a questão ambiental, incluindo a dos resíduos da construção, fato que não foi constatado na sua totalidade (BURMANN, 2012).

No período de 2011 a 2013, foi constatado que a maioria das construtoras e incorporadoras, com sede no município de Guaíba, não realizou um projeto de gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras, nem aderiu aos programas de qualidade. Essa atitude pode ser atribuída às questões culturais dentro do ramo da construção civil no município, como por exemplo, o descompromisso com a organização, segregação e o destino dos resíduos (WIENS; HAMADA, 2006). Cabe salientar que também há geradores informais, construindo residências não legalizadas, sem registro da edificação e licenciamento ambiental. Esses acabam depositando seus resíduos em locais inadequados e não se preocupam com a organização do canteiro de obra (GUAÍBA, 2012).

De acordo com Marques Neto (2005) a análise das áreas licenciadas pela prefeitura constitui um fator importante para quantificar o volume e a massa de RCDs gerados no município. Segundo a metodologia proposta por Pinto (1999) (equação 1), no município de Guaíba, a estimativa de volume de RCDs gerado foi de 2.637,36 t/ano, considerando o valor médio de geração de RCD de 150 kg/m<sup>2</sup> e a área construída de 17.582,41 m<sup>2</sup> (extraída dos licenciamentos ambientais).

Pinto (1999) estudou os RCDs de 10 municípios e as estimativas a que chegou caracterizaram um patamar mínimo da geração de RCDs em áreas urbanas da ordem de 150 kg/m<sup>2</sup> de área construída. O autor ainda estimou que, em cidades brasileiras de grande e médio porte, o volume de entulho gerado representa de 41 a 70% da massa total dos rejeitos sólidos urbanos. Também destacou que para os RCD gerados por habitante ao ano no Brasil, a quantidade varia de 230 a 760 kg.

## 7 CONCLUSÃO

O município de Guaíba apresenta grande fragilidade na gestão dos resíduos de construção e demolição nas edificações de pequeno porte, fato atribuído pelo desconhecimento das legislações vigentes ou ao descrédito das consequências dos impactos ambientais. Lentamente, o município vem se estruturando, procurando se adequar à resolução CONAMA 307/2002.

Embora o município conte com um aterro para os resíduos da construção licenciado pela prefeitura, ainda são verificadas deposições de RCDs em lugares irregulares. Outra situação preocupante para a prefeitura e para as construtoras que respeitam a legislação pertinente é o fato do prazo de utilização do aterro estar se esgotando, além da dificuldade de encontrar uma área que atenda a crescente demanda do setor. Como alternativa, os RCDs poderiam ser segregados no canteiro de obra e, somente o que não pudesse ser reaproveitado, deveria ser disposto em espaços reservados para novos aterros de resíduos de RCD, em pontos estratégicos definidos pela prefeitura.

Para que a prefeitura tenha uma estimativa mais precisa do volume de resíduos que ingressam no aterro, deve-se implantar uma guarita de controle com atendimento durante 24 horas. Através de uma planilha de dados poderá ser administrada a entrada dos resíduos, depositados pelos caminhões da prefeitura ou pelas empresas responsáveis pela coleta. Essa serviria também, como uma barreira para a deposição de resíduos por pessoas não licenciadas.

Os resíduos gerados na construção no município de Guaíba apresentam composição bastante diferenciada, sendo essencialmente constituídos por tijolos, argamassas, materiais cerâmicos e concreto. Os agentes geradores de resíduos (construtoras e sociedade) devem ser motivados a reutilizar e depositar os materiais de construção de maneira consciente, sendo assim, dispostos em locais licenciados.

Ainda existe um desconhecimento por parte dos responsáveis pela obra em relação à destinação dos resíduos, uma vez que foram encontrados materiais descartáveis junto a resíduos reutilizáveis (argamassa, tijolo, pedra) na execução de contra-pisos e aterros nas obras.

Considerando-se as informações e documentações solicitadas pelo setor responsável pelo licenciamento ambiental em Guaíba, pode-se afirmar que os critérios para aprovação dos planos de gerenciamento de resíduos da construção e

demolição, no município, são incipientes. Entretanto, como a prefeitura municipal ainda não possui um plano de gestão de resíduos específico para a construção civil, essas declarações tornam-se suficientes para receber a aprovação do licenciamento ambiental.

Nenhuma construtora segue exatamente o que está determinado na resolução CONAMA 307/2002. Apesar de entregarem uma declaração onde consta qual será a destinação dos resíduos da construção civil para a aprovação da licença ambiental poucos dirigentes ou engenheiros responsáveis se preocupam com o gerenciamento desses resíduos, por não haver fortes cobranças da prefeitura.

Atualmente não há controle e fiscalização das obras em Guaíba, fato confirmado pela ausência do cadastramento das obras que foram visitadas durante a pesquisa. Para que o município de Guaíba avance em relação à questão do gerenciamento dos resíduos da construção civil será necessário que a prefeitura exija das construtoras a adoção de um plano de gerenciamento municipal de RCDs para cada obra construída, baseado na Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Como o setor da construção civil está em fase de crescimento no município, é indispensável projetar um plano para a gestão desses resíduos. Além disso, o problema da disposição irregular dos RCDs pode ser amenizado com a implantação de um plano de reaproveitamento e de reciclagem no município.

## **8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A partir da realização desta pesquisa são propostas as seguintes sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros:

- a) Realizar um levantamento quantitativo, gravimétrico;
- b) Implementar de um Plano de Gerenciamento de RCDs;
- c) Estudar formas de reuso e reciclagem dos resíduos de construção na própria obra.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.** Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10007:** Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12284: Áreas de vivência em canteiros de obras.** Rio de Janeiro, 1991.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – ABNT. **NBR 15115: Procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção.** Rio de Janeiro, 2004d.

BORGES, C. A. M.; SABBATINI, F. H. **O Conceito de Desempenho de Edificações e a sua Importância para o Setor da Construção Civil no Brasil.** São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Diário Oficial da União, 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: 16 mai. 2014.

BRASIL. **Lei Ordinária nº 11.977, de 7 de julho de 2009.** Dispõe sobre o Programa Minha Casa Minha Vida e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/111977.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111977.htm). Acesso em: 18 maio 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais.** Diretriz Sinat nº 002. Revisão 01. Brasília, DF, julho 2012. Disponível em <[http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_sinat.php](http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php)>. Acesso em: 15 nov. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional de 2007.** Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de Janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial da

República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em 20 jun. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 05 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/res/res02/res30702.html>>. Brasília, DF. Acesso em: 20 jun. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 348, de 16 de Agosto de 2004**. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 ago. 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: 10 jun.2013.

BURMANN, A. **Estudo crítico do licenciamento ambiental municipal no estado do Rio Grande do Sul**. 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração. Unilasalle, 2012.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CEF. **Guia de Sustentabilidade Ambiental do Selo Casa Azul**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www1.caixa.gov.br/imprensa>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – CEF. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2005.194 p. Disponível em: <[http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost\\_files/manual\\_res\\_construc\\_civil\\_vol\\_1.pdf](http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/manual_res_construc_civil_vol_1.pdf)>. Acesso em: 19 Mar. 2014.

CARDOSO, F. F.; ARAÚJO, V. M.; DEGANI, C. M. **Impactos ambientais dos canteiros de obras: uma preocupação que vai além dos resíduos**. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: A Construção do Futuro (ENTAC 2006). UFSC/ANTAC, Florianópolis, 23-25 agosto 2006.

CARNEIRO, A. P. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção – Projeto Entulho Bom- Salvador**. EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 312p. 2001.

CASTRO, R.C.M.; FREITAS, A.M.S. **Steel framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2006.

COMCAP - Companhia de Melhoramentos da Capital. 2002. Disponível em: <<http://portal.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/>>. Acesso em: 28 jun. 2013.

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. Construction Sites Environment Management: establishing measures to mitigate the noise and waste impact. In: **Portugal SB07 Sustainable Construction, materials and practices**, 2007, Lisboa. Challenges of the Industry Form the New Millennium. Amsterdam: IOS Press, 2007.

FARESIN, A. E.; MELO, E. F. R. **Diagnóstico dos resíduos da construção civil do município de Erechim, RS**. In: III Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Recife, 2009.

FREITAS, C.G.L. **Habitação e meio ambiente: abordagem integrada em empreendimentos de interesse social**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2001.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial Técnico de Certificação**: edifícios do setor de serviços: Processo AQUA. São Paulo, 2008.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. Ed. São Paulo: Atlas S/A, 2002.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.

GOOGLE. Google Earth, 2014. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 10 Ago. 2014.

GUAÍBA. Prefeitura Municipal. **Lei Municipal n.º 2.585, de 05 de Abril de 2010**. Institui o licenciamento ambiental, altera o código tributário, institui as respectivas taxas e dá outras providências. Guaíba, 2010. Disponível em: <https://www.leismunicipais.com.br/a/rs/g/guaiba/lei-ordinaria/2010/258/2585/lei-ordinaria-n-2585-2010-institui-licenciamento-ambiental-altera-o-codigo-tributario-institui-as-respectivas-taxas-e-da-outras-providencias.html>. Acesso em: 20 ago. 2014.

GUAÍBA. Secretaria Municipal da agricultura e meio ambiente (SMAMA). Prefeitura Municipal de Guaíba. **Plano Municipal de Gerenciamento Ambiental**. Guaíba, 2010. Disponível em: [http://www.guaiba.rs.gov.br/Sec\\_Meio\\_Ambiente/Plano%20ambiental.pdf](http://www.guaiba.rs.gov.br/Sec_Meio_Ambiente/Plano%20ambiental.pdf). Acesso em: 10 jan. 2014.

GUAÍBA. Secretaria Municipal da agricultura e meio ambiente (SMAMA). Prefeitura Municipal de Guaíba. **Plano Municipal de gerenciamento de resíduos sólidos**. Guaíba, 2012. Disponível em: [www.guaiba.rs.gov.br/Sec\\_Meio\\_Ambiente/plano\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.guaiba.rs.gov.br/Sec_Meio_Ambiente/plano_residuos_solidos.pdf). Acesso em: 10 jan. 2014.

GRIGOLETTI, G.C., SATTLER, M.A. **Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul**. 2003. Disponível em: [www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc11390.pdf](http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc11390.pdf) . Acesso em: 15 jun. 2013.

HOLDERBAUM, M. **Gestão de resíduos da construção civil: análise da cidade de Porto Alegre**. Porto Alegre, 2009. Monografia. Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2009.

HOPFE, C. J. **Uncertainty and Sensitivity Analysis in Building Performance Simulation for Decision Support and Design Optimization**. 2009. 215 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculty of Architecture, Building and Planning, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2009.

IBGE, 2011. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2011/default.shtm>. Acesso em 15 de janeiro de 2014).

IBGE, 2013. **Censo Demográfico de 2013**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430930&search=||inogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>. Acesso em: 06 jul. 2014

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estud. av.**, São Paulo, v. 25, n. 71, Apr. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142011000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 Jul. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142011000100010>.

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

JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de Resíduos da Construção**. In: Seminário Reciclagem de Resíduos Domiciliares, São Paulo, 2003. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em: 15 de julho de 2013.

KARPINSKI, L. A et al. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil - Uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009. v. 01. Disponível em: [www.pucrs.br/edipucrs/gestaoderesiduos.pdf](http://www.pucrs.br/edipucrs/gestaoderesiduos.pdf).

KOFOWOROLA, O. F., GHEEWALA, S.H. Estimation of construction waste generation and management in Thailand. **Waste Management**, v. 29, Issue 2, February 2009, p. 731-738.

LEAL, U. Sobras que valem uma obra. **TECHNE: Revista de Tecnologia da Construção**, v. 10, n. 55, p. 10-14, 2001.

LINTZ, R. C. C. et al. Study of the reuse of construction residues in concrete employed by blocks manufacture. **Rev. IBRACON Estrut. Mater**, São Paulo, v.5, n.2, Apr. 2012. Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-41952012000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952012000200004&lng=en&nrm=iso)>. Access on: 30 July 2014.

- LUCAS, V. S. **Construção Sustentável – Sistema de Avaliação e Certificação**. 2011. 197 f. Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil. Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2011.
- MARQUES, F.; SALGADO, M. **Padrões de Sustentabilidade aplicados ao processo de projeto**. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Curitiba, 2007.
- MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2005. 162p.
- MARQUES, R. B. **Resíduos da construção civil em Araguari-MG: do diagnóstico à proposta de um modelo gerencial proativo**. 2007. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- MATOS; G., WAGNER; L., 1998. Consumption of Materials in the United States, 1900- 1995. **Annual Review of Energy and Environment**, 23, pp.107-122.
- MATTHEWS, E. et al.. **The weight of nations: material outflows from industrial economies**. Washington, DC: World e sources Institute, 2000. Disponível em: [http://archive.wri.org/publication\\_detail.cfm?pubid=3023](http://archive.wri.org/publication_detail.cfm?pubid=3023).
- MELLO, L. C. B.; AMORIM, S. R. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Prod.**, São Paulo, v.19, n.2, 2009. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132009000200013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000200013&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 22 Out. 2013.
- MIAMOTO, S. M.; VANDERLEI, R. D. **Diagnóstico do sistema de gerenciamento dos resíduos Sólidos urbanos do município de Paranavaí**. In: III Simpósio de Pós Graduação em Engenharia Urbana, Paranavaí, 2012.
- MIRANDA, L. F. R.; ÂNGULO, S. C.; CARELI, E.D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.9, n.1, p. 57-71, jan./mar. 2009
- MOTTA, R. S.; BERNUCCI, L. L. B.; MOURA E. **Aplicação de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil em Camadas de Pavimentos**. Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. ANPET, Florianópolis, p. 259-269, 2004.
- MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. Sustentabilidade e processos de projeto de edificações. **Gestão e Tecnologias de Projetos**, São Paulo, v.4 n.1, 2009. USP, São Paulo, 2009.
- OLIVEIRA, M. L.; SILVEIRA, C. B.; QUELHAS, O. L. G.; LAMEIRA, V. J. **Análise da Aplicação da Certificação AQUA em Construções Cíveis no Brasil**. Em: 3<sup>o</sup> International Workshop - Seminário de Produção mais Limpa, 2011, São Paulo. Anais do 3<sup>o</sup> International Workshop - Seminário de Produção mais Limpa, 2011.

PATRICIO, R. M. **Desenvolvimento de metodologia para avaliação de desempenho ambiental em edifícios adaptada á realidade do nordeste brasileiro.** Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal , RN, 2002.

PICCOLI, R. **Análise das Alterações no Processo de Construção Decorrentes de Método de Certificação de Desempenho Ambiental de Prédios.** 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2009.

PIERCE, F. **Cimento ecológico pode reduzir efeito estufa.** New Scientist, p.151-153, 2002.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, 1999. 189p. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1999.

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

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. L. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil.** v. 1. Brasília: CAIXA, 2005. 196 p.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento de Recursos Hídricos. Secretaria Estadual de Meio Ambiente, 2008. **Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba.** Porto Alegre: DRH/SEMA: 2008. Disponível em: [http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/mapa\\_hidro.htm](http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/mapa_hidro.htm). Acesso em: 30 ago. 2014.

SAMPAIO, R. S.; BRITO, P. C. R. **Impactos ambientais causados pela construção de rodovias.** Universidade Católica de Salvador – UCSAL, Salvador, BA, 2009.

SANTOS, A. N. **Diagnóstico da situação os resíduos de construção e Demolição (RCD) no Município de Petrolina (PE).** 2008. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2008.

SARDÁ, M. C. **Diagnóstico do resíduo da construção civil gerado no município de Blumenau – SC. Potencialidades de uso em Obras Públicas.** 2003. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal De Santa Catarina - UFSC. Florianópolis, 2003.

SILVA, A. L. **Aplicação de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Bases e Sub-bases de Pavimentos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás – CEFET-GO, Goiás, 2004.

SILVA, M.F; PIMENTEL, L.L. **Caracterização dos municípios da região metropolitana de campinas (RMC) – Itatiba, Vinhedo, Valinhos, Campinas e Pedreira.** In: XVI Encontro de Iniciação Científica e I Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da PUC-Campinas, Campinas, 2011.

SILVA, V. G. **Metodologias de Avaliação de Desempenho Ambiental de Edifícios: estado atual e discussão metodológica.** Campinas: UNICAMP, 2007. Projeto Finep 2386/04: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável.

SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. **Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento.** In: II Encontro nacional e I Encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Anais. ANTAC/UFRGS, Canela-RS, 24-27 de abril de 2001, p. 367-373.

SINDUSCON-SP. **Aquisição responsável de madeira na construção civil: guia prático para as construtoras.** WWF- Brasil: Sinduscon-SP. 2011. Disponível em: [www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual\\_madeira.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_madeira.pdf). Acesso em: 28 jun. 2013.

SOUZA, U. E. L.; DEANA, D. F. **Levantamento do estado da arte: Consumo de Materiais.** In: Projeto Finep 2386/04: Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. p. 43. São Paulo. 2007. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/img/meioambiente/19.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2012.

SPADOTTO, A.; DALLA NORA, D.; TURELLA, E. C. L.; WERGENES, T. N.; BARBISAN, A. O. **Impactos ambientais causados pela construção civil.** 2011. Disponível em: [http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/download/745/pdf\\_232](http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/download/745/pdf_232). Acesso em: 24 jun. 2013.

TÉCHNE. Fôrmas especiais, fôrmas metálicas, fôrmas plásticas, melhores práticas. **Téchne**, n. 118, São Paulo, janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/118/sumario.asp>. Acesso em: 26 abr. 2013.

TESSARO, A. B.; SA, J. S.; SCREMIN, L. B. **Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS.** Ambient. constr., Porto Alegre, v. 12, n. 2, Jun. 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212012000200008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212012000200008&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 21 ago. 2014.

USGBC - United States Green Building Council. **Learn about Green Building.** Washington, DC, 2006. Disponível em: [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org). Acesso em: 26 jun. 2013.

VIEIRA, L. A.; BARROS FILHO, M. N. M. A emergência do conceito de Arquitetura Sustentável e os métodos de avaliação do desempenho ambiental de edificações. **Humanae**, v.1, n.3, p. 1-26, Dez. 2009.

WIENS, I. K.; HAMADA, J. **Gerenciamento de resíduos da construção civil – uma introdução à legislação e implantação.** In: XIII SIMPEP, São Paulo. Bauru, 2006. Disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/374.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/374.pdf). Aceso em: 12 ago. 2014.

ZENID, G. J. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMMA, 2009. (Publicação IPT; 3010). Disponível em: <<http://www.anpm.org.br/>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

**ANEXO A – Modelo de Licença ambiental aprovada para construções em  
Guaíba entre 2011 a 2013.**

**LICENÇA ÚNICA – Nº 0035/2012**

	<b>SMAMA</b>  <b>LICENÇA DE OPERAÇÃO</b> <b>Procedimento Simplificado</b>	<b>SMAMA</b>
---	--	--------------

**LU Nº: 0035/2012.**

A Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente, criada pela Lei Municipal nº 368 de 20/05/77, no uso das atribuições que lhe confere a Lei nº 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06/06/90, pelas resoluções do CONSEMA nº 102, de 24/05/05 e nº 260, de 20/06/11, amparada pela resolução COMMEA nº 01/11 e com base no **processo administrativo nº 120149/2012**, expede a presente LICENÇA ÚNICA nas condições e restrições abaixo especificadas:

**I – Identificação:**

**EMPREENDEDOR:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

CPF/CNPJ: \_\_\_\_\_  
 ENDEREÇO: \_\_\_\_\_  
 92500-000 GUAÍBA - RS

**EMPREENDIMENTO:** \_\_\_\_\_  
 LOCALIZAÇÃO: RUA \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 MCZOP – MACROZONA DE OCUPAÇÃO PRIORITÁRIA.  
 ZONA MISTA – 01.  
 92500-000 GUAÍBA - RS

**RELATIVA A ATIVIDADE DE: CONDOMÍNIO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR.**

RAMO DE ATIVIDADE:	3414,11
ÁREA ÚTIL:	429,81 m <sup>2</sup>
ÁREA DO TERRENO:	300 m <sup>2</sup>
Nº DE EMPREGADOS:	04 (durante a obra)
Nº DE USUÁRIOS:	03 (famílias)

LU (REG) Nº 0035/2012
FOLHA 1/3

Av. Nestor de Moura Jardim, 111 – Bairro Centro, CEP: 92500-000 – Guaíba/RS – Fone/Fax: (51)3480 0794.



## APÊNDICE A - Licenças ambientais aprovadas das construções em Guaíba protocoladas entre 2011 a 2013.

LICENÇAS	EMPREENDIMENTO	BAIRRO DA OBRA	ATIVIDADE	ÁREA CONSTR.(m2)	ANO	PLANO DE RESÍDUOS	OBSERVAÇÃO
1 LI - 0003/2011	COND. RES. FLORIDA	FLORIDA	MULTIFAMILIAR	3340,75	2011	SIM	DECLARAÇÃO: REUTILIZAÇÃO EM ATERRO
2 LU - 0022/2013	COND. RES. ATHENAS	VILA NOVA	MULTIFAMILIAR	488,52	2013	NÃO	
3 LO - 0003/2012	COND. RES. VILA ELZA	VILA ELZA	UNIFAMILIAR	294,9	2012	NÃO	
4 LO - 0017/2012	COND. RES. MARIA EDUARDA	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	140,04	2012	SIM	DECLARAÇÃO: REUTILIZAÇÃO CONTRA-PISO
5 LI - 0003/2013	COND. RES. ALEGRIA	ALEGRIA	MULTIFAMILIAR+ COMERCIAL	1102,33	2012	NÃO	
6 LU - 0020/2013	COND. RES. BELÉM	LOTEAM. JARDIM STA RITA	UNIFAMILIAR	210,48	2013	SIM	DECLARAÇÃO: REUTILIZAÇÃO NA OBRA / PLÁSTICOS, PAPELÕES SERÃO RECOLHIDOS PELO SISTEMA MUNIC. DE RECOLHIMENTO DE LIXO.
7 LU - 0027/2013	COND. COM. ELZAMAR	ALVORADA	COMERCIAL	798,27	2013	NÃO	
8 LU - 0018/2013	COND. RES. ARQUIPÉLAGO	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	418,35	2013	NÃO	
9 LI - 0002/2013	COND. RESIDENCIAL E COMERCIAL	CENTRO	MULTIFAMILIAR+ COMERCIAL	2524,14	2012	NÃO	
10 LU - 0012/2013	COND. RES. VENEZA	PARQUE 35	COMERCIAL	638,95	2013	NÃO	
11 LO - 0013/2012	COND. BELA VISTA	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	227,65	2012	NÃO	
12 LU - 0035/2012	COND. RES. JULIETA	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	429,81	2012	SIM	DECLARAÇÃO: REUTILIZAÇÃO NA OBRA / PLÁSTICOS, PAPELÕES SERÃO RECOLHIDOS PELO SISTEMA MUNIC. DE RECOLHIMENTO DE LIXO.
13 LO - 0039/2012	COND. RES. VERTICAL BELA VISTA	ALVORADA	MULTIFAMILIAR	1359,32	2012	SIM	DECLARAÇÃO: DISPOSIÇÃO EM DEPÓSITO MUNICIPAL.
14 LU - 0011/2013	COND. RES. NIEMEYER	LOT. PARQUE DO NOLI	UNIFAMILIAR	453,73	2013	NÃO	
15 LO - 0010/2012	COND. VILA REAL II	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	144	2012	NÃO	
16 LO - 0002/2012	COND. RES. LUCAS DIAS	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	210,27	2012	NÃO	
17 LU - 0051/2012	COND. RES. LAGOS	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	415,84	2012	NÃO	
18 LU - 0043/2012	COND. RES. BOLEK 2	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	262,32	2012	NÃO	
19 LU - 0038/2012	COND. RES. PAJUÇARA	LOT. PARQUE DO NOLI	UNIFAMILIAR	660	2012	SIM	DECLARAÇÃO: REUTILIZAÇÃO CONTRA-PISO
20 LU - 0017/2013	COND. RES. AIRES FRAGA	VILA IOLANDA	UNIFAMILIAR	605	2013	NÃO	
21 LU - 0018/2012	COND. RES. DAS TULIPAS	JD. SANTA RITA	UNIFAMILIAR	226,36	2012	SIM	DECLARAÇÃO: REUTILIZAÇÃO CONTRA-PISO
22 LU - 0048/2012	COND. RES. CARLO VENTURA	ENGENHO	UNIFAMILIAR	439,17	2012	NÃO	
23 LU - 0030/2013	COND. RES. PEDRAS BRANCAS	VILA PEDRAS BRANCAS	UNIFAMILIAR	587	2013	NÃO	
24 LO - 0014/2012	COND. RES. VILA DAS FLORES	LOT. PARQUE DO NOLI	UNIFAMILIAR	353,68	2012	NÃO	
25 LU - 0013/2013	COND. RES. LINDOLFO COLLOR	FLORIDA	UNIFAMILIAR	450	2013	NÃO	
26 LU - 0009/2013	COND. RES. GREEN VILLAGE	VILA IOLANDA	UNIFAMILIAR	399,05	2013	NÃO	
27 LU - 0008/2013	COND. RESIDENCIAL	JARDIM DOS LAGOS	UNIFAMILIAR	171	2013	NÃO	
28 LU - 0021/2013	COND. RES. GUADALUPE	CEL. NASSUCA	UNIFAMILIAR	720	2013	NÃO	

Fonte: Autoria própria, 2014

**APÊNDICE B – Quantificação das diferentes licenças ambientais  
aprovadas em Guaíba, no período de 2011 a 2013.**

	<b>Nº Licença Ambiental</b>	<b>Tipo de Licença Ambiental</b>	<b>Subtotal</b>
1	0003/2011	Licença Instalação - LI	
2	0002/2013	Licença Instalação - LI	3
3	0003/2013	Licença Instalação - LI	
4	0002/2012	Licença Operação - LO	
5	0003/2012	Licença Operação - LO	
6	0010/2012	Licença Operação - LO	
7	0013/2012	Licença Operação - LO	7
8	0014/2012	Licença Operação - LO	
9	0017/2012	Licença Operação - LO	
10	0039/2012	Licença Operação - LO	
11	0008/2013	Licença Única - LU	
12	0009/2013	Licença Única - LU	
13	0011/2013	Licença Única - LU	
14	0012/2013	Licença Única - LU	
15	0013/2013	Licença Única - LU	
16	0017/2013	Licença Única - LU	
17	0018/2012	Licença Única - LU	
18	0035/2012	Licença Única - LU	
19	0038/2012	Licença Única - LU	18
20	0043/2012	Licença Única - LU	
21	0048/2012	Licença Única - LU	
22	0051/2012	Licença Única - LU	
23	0018/2013	Licença Única - LU	
24	0020/2013	Licença Única - LU	
25	0021/2013	Licença Única - LU	
26	0022/2013	Licença Única - LU	
27	0027/2013	Licença Única - LU	
28	0030/2013	Licença Única - LU	
<b>Total</b>			<b>28</b>

Fonte: Autoria própria, 2014

**APÊNDICE C – Relação das amostras de resíduos encontrados no aterro  
de Resíduos de Construção e Demolição no município de Guaíba**

AMOSTRAS	RESÍDUOS	SUB TOTAL (m <sup>3</sup> )
	ARGAMASSA	
A1	TIJOLO	8,50
	MADEIRA	
	ARGAMASSA	
A2	TIJOLO	18,00
	MADEIRA	
	CERÂMICA	
	ARGAMASSA	
A3	TIJOLO	6,00
	MADEIRA	
	ARGAMASSA	
A4	MADEIRA	7,50
	CONCRETO	
	ARGAMASSA	
A5	TIJOLO	1,00
	MADEIRA	
	ARGAMASSA	
	TIJOLO	
A6	MADEIRA	13,50
	CONCRETO	
	TELHA	
	SOLO	
A7	SOLO	24,00
	MADEIRA	
A8	TELHA	57,00
	SOLO	
	ARGAMASSA	
	TIJOLO	
	MADEIRA	5,00
A9	CONCRETO	
	ARGAMASSA	
A10	MADEIRA	2,5
	ARGAMASSA	
A11	MADEIRA	29
	CONCRETO	
	GESSO	
TOTAL APROX.		172,00

Fonte: Autoria própria, 2014

**APÊNDICE D – Obras em andamento visitadas e tipos de resíduos gerados  
no município de Guaíba.**

	OBRA	ÁREA CONSTRUÍDA (m <sup>2</sup> )	TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA	TIPOS DE RESÍDUOS
P1	RUA VINTE DE SETEMBRO, 1445	1580	RESIDENCIAL	TJOLO MADEIRA ARGAMASSA SOLO
P2	RUA VINTE DE SETEMBRO, 1117	824	RESIDENCIAL	TJOLO MADEIRA ARGAMASSA
P3	RUA VINTE DE SETEMBRO, 963	262	COMERCIAL	TJOLO ARGAMASSA
P4	RUA SÃO JOSÉ, 895	1800	COMERCIAL	TJOLO MADEIRA ARGAMASSA
P5	RUA SÃO JOSÉ, 944	207	RESIDENCIAL	TJOLO ARGAMASSA
P6	RUA VINTE DE SETEMBRO, 1465	90	RESIDENCIAL (DEMOLIÇÃO)	TJOLO ARGAMASSA PEDRA CONCRETO
P7	RUA CLOALDO BRIDI, 450	173,3	RESIDENCIAL	TJOLO MADEIRA ARGAMASSA
P8	AV. BRASIL, 456	32,4	RESIDENCIAL	TJOLO MADEIRA ARGAMASSA
P9	AV. CASTELO BRANCO, 2940	80,35	RESIDENCIAL	TJOLO CONCRETO ARGAMASSA
P10	RUA VINTE DE SETEMBRO, 1450	185	RESIDENCIAL (DEMOLIÇÃO)	TJOLO ARGAMASSA PEDRA CONCRETO
P11	TRAV. BECO DO ADRIANO, 80	290	RESIDENCIAL	TJOLO ARGAMASSA
P12	RUA DR. MONTAURI, 500	650	COMERCIAL E RESIDENCIAL	TJOLO MADEIRA ARGAMASSA
P13	AV. SETE DE SETEMBRO, 1450	950,00	RESIDENCIAL	PEDRA SOLO-ESCAVAÇÃO
P14	RUA BENTO GONÇALVES, 214	5220	RESIDENCIAL	TJOLO MADEIRA ARGAMASSA
P15	RUA VINTE DE SETEMBRO, 635	5400	RESIDENCIAL	CONCRETO SOLO - ESCAVAÇÃO

Fonte: Autoria própria, 2014

**APÊNDICE E – Locais de deposições irregulares, composição e volume de resíduos de construção e demolição no município de Guaíba, no período de dezembro de 2013 a março de 2014.**

Rua	Bairro	Tipo de Resíduo
P1 Rua Santa Catarina, 386	Parque 35	Madeira Telha
P2 Pça Dr. Alcides Cruz	Baln. Alvorada	Madeira
P3 Rua Edercalicio da Silveira, 10	Vila Jardim	Tijolo Argamassa
P4 Rua Edercalicio da Silveira, 30	Vila Jardim	TIJOLO ARGAMASSA CERÂMICA
P5 Estrada Munic. Elzo Macedo	Não Identificado	CONCRETO TIJOLO
P6 Av. Brasil, 580	Alegria	SOLO CONCRETO CERÂMICA
P7 Rua B4, 112	Morada da Colina	Madeira SOLO
P8 Rua B4, 102	Morada da Colina	TIJOLO ARGAMASSA
P9 Av. Castelo Branco esquina Av. B. Um	Morada da Colina	Madeira FERRO CONCRETO
P10 Rua Santa Maria	Bom Fim Velho	PEDRA SOLO
P11 Rua Santa Maria	Não Identificado	Madeira
P12 Rua Santa Maria	Não Identificado	Madeira
Total Aproximado		

Fonte: Autoria própria, 2014

**APÊNDICE F – Questionário aplicado às empresas coletoras e transportadoras licenciadas atuantes no município de Guaíba.**

<b>Questões</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>
1) Nos últimos anos, qual foi a média de coleta de caçambas de RCD por dia?	Esta pergunta não foi respondida pois a empresa atua no ramo há um ano.	5 caçambas por dia.
2) Atualmente, quantas caçambas são utilizadas por dia? Quais são os meses que mais solicitamos	2 a 3 por dia.	5 por dia.
3) serviços de coletas de resíduos de construção e demolição? Por quê?	Setembro a dezembro, pelo fato de serem meses secos, com pouca chuva.	Novembro e dezembro. Talvez seja devido ao 13º salário e as pessoas quererem reformar suas casas.
4) Qual é o bairro em que as construtoras mais solicitam o serviço de coleta de RCD?	Bairro Alegria. É um bairro em que predominam as edificações de pequeno porte, ou seja, casas unifamiliares.	É solicitado de maneira homogênea.
5) Atualmente, quantas obras a empresa está atendendo?	5 obras, sendo de três clientes fixos e duas de clientes não fixos.	Aproximadamente 50 obras.
6) Onde são os locais que a empresa deposita seus entulhos?	Aterro de RCD licenciado.	Aterro de RCD licenciado.

Fonte: Autoria própria, 2014