

# ANÁLISE DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE GUAÍRA SP

## ANALYSIS OF WASTE OF CIVIL CONSTRUCTION IN THE MUNICIPALITY OF GUAÍRA SP

Adriana Silva de Andrade <sup>1</sup>

Géssica da Silva Martins<sup>2</sup>

Gustavo Henrique Vital Gonçalves<sup>3</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo quantificar e qualificar os resíduos da construção civil no município de Guaíra nos anos de 2016 e 2017 pelo parâmetro das áreas licenciadas. Para realização do estudo foi necessário coletar 90 litros de entulho de três caçambas provenientes de construções, e realizar a separação e pesagem dos materiais encontrados, para com esses dados obter o cálculo do índice da geração de resíduos no município. Os resultados obtidos apresentam que são geradas 36,76 toneladas por dia, onde destaca-se o concreto e a cerâmica, denominados como da Classe A e possuem potencial de reciclabilidade. 98% dos materiais poderiam ser reciclados e não são, pois, o plano de gerenciamento de RCC foi feito somente para cumprir exigências estabelecidas em Lei.

Palavras-chave: RCC; ambiental; resíduos; reciclagem; geração de resíduos.

*ABSTRACT: The following work had for objective to quantify and qualify civil construction's waste in the municipality of Guaira between 2016 and 2017 by the licenced area's parameters. To the achievement of the study it was necessary collecting 290 liter of rubbish in three buchets coming from constructions, and perform the separation and wheighing of the found material, for with these data obtain the calculation of the waste generation index from the city. The obtained results show that 36,76 tons are generated daily, where concrete and ceramics, highlights denominated as class A and have a recyclability potencial. 98% of the material could have been recycled and are not, for the RCC management plan was only done to accomplish the requirements established by law.*

*Keywords: RCC; environmental; waste; recycling; generation of waste.*

## 1 INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: driandrade.96@gmail.com.

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: gessica\_map@hotmail.com.

<sup>3</sup>Docente no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: gustavovital@hotmail.com.br.

A indústria da construção civil durante as últimas décadas, vem apresentando um alto índice de crescimento, trazendo consigo benefícios socioeconômicos que contribuem com a geração de renda e empregos, e conseqüentemente com as expansões das cidades. Com esse crescimento na urbanização, novas edificações estão em processo de construção, o que vem contribuindo para um índice elevado de geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC), que descartados de maneira incorreta, ocasiona problemas de ordem ambiental (COSTA et al., 2012).

Do ponto de vista ambiental, a principal adversidade com este tipo de resíduo está relacionada ao grande volume produzido e à sua deposição irregular, algo comum em maior parte dos municípios brasileiros. Segundo Marques Neto (2005), a geração dos RCC, representa de 51 a 70% dos resíduos coletados nos municípios brasileiros, sendo estes materiais quase sempre depositados inadequadamente causam proliferação de vetores nocivos à saúde, interdição parcial de vias, enchentes e degradação do ambiente urbano.

Durante o ano de 2016 foram coletadas 123.619 toneladas/dia de RCC em todo país, e o montante final desses resíduos é ainda maior, visto que os municípios, na maior parte dos casos, recolhem apenas resíduos lançados ou abandonados nos logradouros públicos (ABRELPE, 2016).

A demarcação inicial para um gerenciamento dos resíduos da construção civil pode ser considerada como a Resolução nº 307, elaborada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no dia 05 de julho de 2002, e que entrou em vigor somente em 03 de janeiro de 2003 (JÚNIOR, 2007).

O CONAMA instituiu diretrizes, critérios e alguns procedimentos para o decréscimo dos impactos ambientais negativos causados pelos resíduos. As modificações que foram constituídas na Resolução CONAMA nº 448/2012, adaptaram a Resolução nº 307/2002 ao disposto na Lei nº 12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (GONÇALVES, 2018).

A Resolução nº 307/2002 delibera ainda os RCC como materiais procedentes das construções, reformas e demolições em obras de construção civil, e também como os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, para posterior utilização. São eles: concretos em geral, blocos de cerâmica, tijolos, solos, rochas, metais, resinas e colas, tintas, madeiras (compensados), forros, argamassas, gessos, telhas, pavimentos, vidros, plásticos, tubulações, fiação para instalações

elétricas, etc., usualmente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002).

Precedente a publicação da Resolução nº 307, os RCC eram intitulados Resíduos de Construção e Demolição (RCD). A discriminação dos RCC possibilita ao causador praticar o manuseio e segregação dos resíduos, de forma mais adequada. Assim sendo, o mesmo poderá apontar qual a possibilidade de obter diferentes soluções para os diferentes tipos de resíduos produzidos no seu empreendimento, alcançando um custo mais baixo de disposição final e benefícios socioambientais (JÚNIOR, 2007).

O presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento quantitativo da geração de RCC no município de Guaíra SP, utilizando como parâmetro as áreas licenciadas nos anos de 2016 e 2017, e por fim a caracterização qualitativa desse resíduo para traçar estratégias de reciclagem e destinação correta desse material no município.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Resíduos da Construção Civil (RCC)**

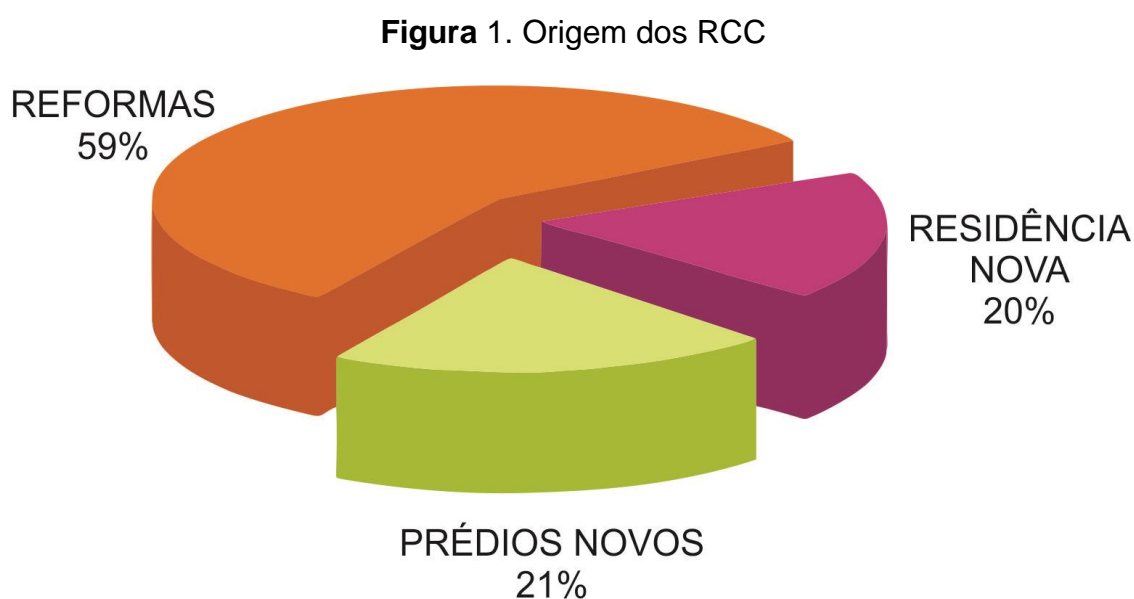
Os Resíduos da Construção Civil são nomeados habitualmente de entulhos e subjetivamente são decretados como todo resíduo de materiais utilizados na execução das etapas de obras de construção civil, podendo ser provenientes de obras de demolições, reformas, infraestrutura, construções novas, etc., bem como um conjunto de fragmentos de pedregulhos, areias, telhas e blocos cerâmicos, argamassa, aço, madeira, entre outros (JOHN, 2010).

Os RCC são provenientes a maioria das vezes pelo desperdício causado durante o processo de execução da obra. Observa-se abaixo, alguns motivos os quais facilitam a elevação do volume de RCC (LIMA; LIMA, 2009).

- a) Falta de detalhamentos satisfatórios
- b) Falta de precisão nos memoriais descritivos
- c) Baixa qualidade dos materiais adotados
- d) Baixa qualificação da mão-de-obra
- e) O manejo, transporte e armazenamento inadequado dos materiais
- f) Falta de mecanismos de controle durante a execução da obra

- g) Tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição
- h) Tipos de materiais existentes na região
- i) Falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro de obras.

Além de ter um grande percentual de resíduos gerados em novas construções, observa-se na Figura 1 que em reformas o percentual representa mais que a metade dos RCC's gerados.



Fonte: Lima; Lima (2009)

### 2.1.1 Composição

De acordo com Brasil (2002) atualmente, um dos mecanismos mais importantes para a gestão de resíduos é a Resolução CONAMA nº 307/2002 e com algumas alterações nas resoluções CONAMA nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 469/2015, que define, para o ramo da construção civil, quatro classificações para os resíduos, que deverão ter tratamentos distintos:

Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis que podem ser utilizados como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos em pavimentação (solos), edificações (componentes cerâmicos, argamassa e concreto) e peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio fio, etc.)

Classe B – são os resíduos recicláveis utilizados para outras destinações, tais como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras;

Classe C – são os resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem, tais como o gesso;

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

A classificação dos resíduos é importante sobretudo para verificar o potencial de reciclagem do material e destinação correta desses resíduos, situa ainda que os mesmos não podem ser descartados em aterros de resíduos sólidos domiciliares, e sim em aterros preparados para receber esse tipo de resíduo.

E estabelece também que a competência de gerenciamento dos RCC's é de total responsabilidade do gerador, e os governos municipais ficam responsáveis pelo cumprimento dos mesmos em relação a destinação correta dos resíduos (OLIVEIRA; MENDES, 2008).

### **2.1.2 Caracterização**

O estágio de caracterização dos RCC's é muito importante no ponto de vista de se diferenciar e quantificar os resíduos, e deste modo planejar quantitativa e qualitativamente a redução, reciclagem, reutilização e a destinação final correta dos mesmos.

O reconhecimento adiantado e a definição dos resíduos a serem produzidos no canteiro de obras, são indispensáveis no processo de reaproveitamento dos RCC's, visto que essa ciência leva a se pensar em modos mais objetivos de se reciclar e/ou reutilizar. Para isto deve-se seguir a classificação apresentada nas Resoluções nº 307/2002, nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 469/2015 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (MARQUES NETO, 2009; GONÇALVES, 2016).

No quadro 1 pode-se observar que caracterizar os resíduos da construção civil gerados por cada etapa durante a execução de uma obra permite analisar melhor sobre as possibilidades de reciclagem e reutilização que cada resíduo gerado possui (VALOTTO, 2007).

**Quadro 1.** Tipos de Resíduos gerados na Obra

<b>FASES DA OBRA</b>	<b>TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS</b>
<b>LIMPEZA DO TERRENO</b>	SOLOS ROCHAS, VEGETAÇÃO, GALHOS
<b>MONTAGEM DO CANTEIRO</b>	BLOCOS CERÂMICOS, CONCRETO (AREIA; BRITA) MADEIRAS
<b>FUNDAÇÕES</b>	SOLOS ROCHAS
<b>SUPERESTRUTURA</b>	CONCRETO (AREIA; BRITA) MADEIRA SUCATA DE FERRO, FÔRMAS PLÁSTICAS
<b>ALVENARIA</b>	BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS DE CONCRETO, ARGAMASSA PAPEL, PLÁSTICO
<b>INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS</b>	BLOCOS CERÂMICOS PVC
<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	BLOCOS CERÂMICOS CONDUITES, MANGUEIRA, FIO DE COBRE
<b>REBOCO INTERNO/EXTERNO</b>	ARGAMASSA
<b>REVESTIMENTOS</b>	PISOS E AZULEJOS CERÂMICOS PISO LÂMINADO DE MADEIRA, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO
<b>FORRO DE GESSO</b>	PLACAS DE GESSO ACARTONADO
<b>PINTURAS</b>	TINTAS, SELADORAS, VERNIZES, TEXTURAS
<b>COBERTURAS</b>	MADEIRAS CACOS DE TELHAS DE FIBROCIMENTO

Fonte: Adaptado de Valotto (2007)

## 2.2 Gestão dos RCC's

Os órgãos municipais responsáveis pela gestão ambiental, tem o comprometimento de preparar e executar a política local de meio ambiente, atuando de forma compartilhada com a esfera estadual e nacional, de acordo com o Art. 23 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Todavia, poucos são os municípios que dispõem de secretarias ou departamentos específicos para esta área. Responsabilizar-se por questões como resíduos sólidos, recursos hídricos, fauna e flora, requisita a presença de dirigentes aptos a executar a política ambiental e infraestrutura conciliável, o que não ocorre na maioria dos municípios (WIENS; HAMADA, 2006).

A gestão ambientalmente apropriada dos RCC prima pela não geração, redução, reciclagem, reutilização e tratamento dos resíduos sólidos, tal como

disposição final apropriada dos rejeitos, na ordem exposta (POZZOBON; PRESTES, 2013).

De acordo com Brasil (2010) a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, no seu 7º Art. estabelece alguns objetivos para essas práticas, tendo como exemplo:

I - Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - Gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI - Prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - Estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao

reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

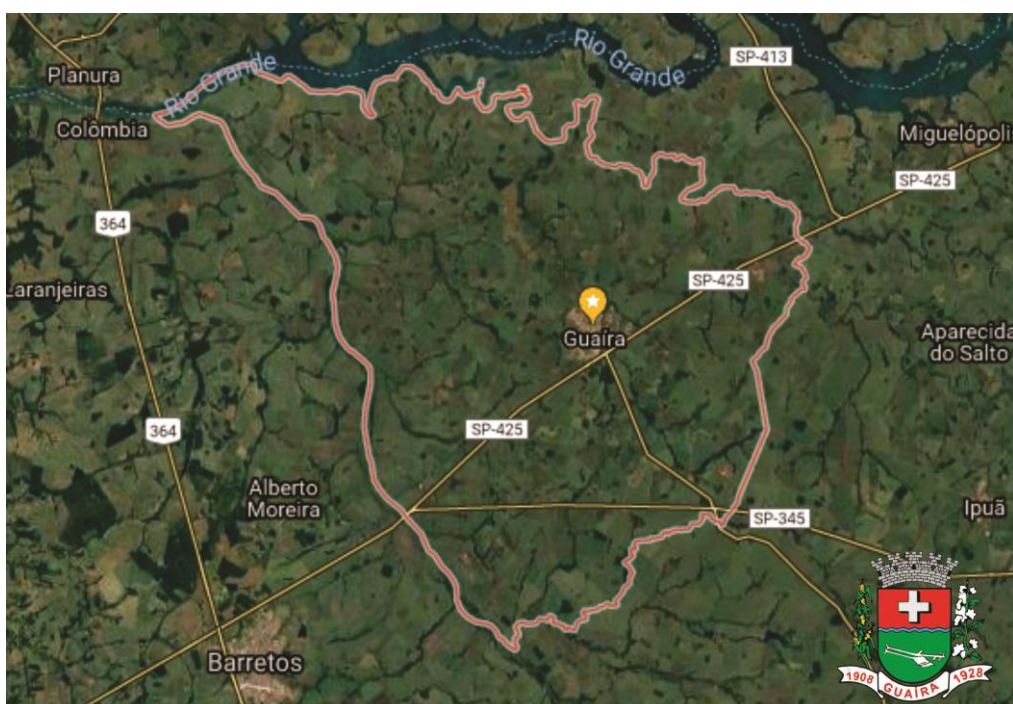
XV - Estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

### 2.3 Município de Guaira SP

O município de Guaira situa-se na região nordeste do Estado de São Paulo, dispõe de uma área de 1.258,465 km<sup>2</sup> e uma população de 40.287 habitantes. Obtém 98,6% de esgotamento sanitário adequado, 99,1% de arborização das vias públicas e 12,9% de urbanização das vias públicas (IBGE, 2018).

Observa-se na figura 2, o mapa do município com a delimitação de área, e proximidades locais.

**Figura 2.** Mapa do município de Guaira



Fonte: Adaptado de Maps (2018)

A Prefeitura do Município de Guaira, através da LEI ORDINÁRIA MUNICIPAL Nº 2607, instituída em 01 de julho de 2013, aprovou o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município, parte integrante desta Lei, em conformidade com o disposto no Art. 11 da Lei Federal nº 12.305, de 12 de agosto de 2010 (GUAÍRA, 2013).



De acordo com o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (PGIRSU), o mesmo visa solucionar um grave problema do município: o tratamento dado aos resíduos sólidos urbanos, que como em muitos municípios brasileiros, resume-se apenas no descarte incorreto e desordenado sobre o solo e sem proteção ao meio ambiente, e a sua classificação deve ser realizada conforme descrito na Resolução CONAMA nº 307/2002 (GUAÍRA, 2007).

O Departamento de Esgoto e Água de Guaíra (DEAGUA) contratou no ano de 2013 uma empresa para realizar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, por atribuição da Lei Federal nº 12.305/2010 Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Resolução CONAMA nº 307/2002, onde os municípios, geradores e transportadores dos RCC tem as suas responsabilidades compartilhadas (SOBRINHO; TEDESCO, 2013).

De acordo com São Paulo (2006) através do Art. nº 57 da Lei Estadual nº 12.300/2006 os responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos da construção civil são:

- I - O proprietário do imóvel e/ou do empreendimento;
- II - O construtor ou empresa construtora, bem como qualquer pessoa que tenha poder de decisão na construção ou reforma;
- III - As empresas e/ou pessoas que prestem serviços de coleta, transporte, beneficiamento e disposição de resíduos de construção civil.

Com base nas informações fornecidas pelo DEAGUA e pelo Departamento de Obras do município de Guaíra, foi possível verificar que os principais geradores de RCC são as construções de novas residências considerando a expansão do município nas suas áreas periféricas devido ao surgimento de novos loteamentos e bairros, além de reformas existentes nos demais bairros.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia empregada neste trabalho foi proposta por Marques Neto (2003) com adaptações ao estudo de caso. Para realizar o levantamento quantitativo e qualitativo dos RCC gerados no município de Guaíra, foram realizados os procedimentos descritos a seguir.

### **3.1 Caracterização Quantitativa dos RCC pelo cálculo de áreas licenciadas no município**

O método utilizado para o levantamento dos volumes de RCC nesta pesquisa foi utilizado por Schalch et al. (1997), Pinto (1999), Marques Neto (2003), Gonçalves (2016) dentre outros pesquisadores da área, em trabalhos semelhantes.

Para realizar o cálculo da geração de RCC por áreas licenciadas de construções e reformas no município nos anos de 2016 e 2017, foi necessário coletar dados específicos no Departamento de Obras da Prefeitura do Município.

Com objetivo de realizar a quantificação de massa e volume dos RCC's produzidos através dessas áreas, foram determinadas algumas etapas a serem seguidas, como:

- a) Levantamento mensal das áreas licenciadas no município, no período estudado;
- b) Somatória dos levantamentos mensais, obtendo o valor total no período;
- c) Levantamento de dados e informações sobre a geração de RCC em cinco obras, sendo: três construções novas e duas reformas, com diferentes características;
- d) Determinação do volume de resíduos gerado nessas obras em relação à área;
- e) Cálculo da massa total produzida através da relação de massa/volume obtida pela massa unitária procedente da composição do RCC;

### **3.2 Caracterização Qualitativa dos RCC**

A caracterização qualitativa tem um importante papel na definição de propostas de reciclagem dos RCC's, e constitui na separação e pesagem dos materiais provenientes de, pelo menos, três caçambas oriundas de construções ou reformas, que foram coletadas e transportadas para descarte no aterro municipal. Através desse processo, e dos cálculos obtidos ao final dele é possível realizar o cálculo estimativo da geração de resíduos da construção civil no município de Guaíra.

A caracterização dos RCC's, consistiu nas seguintes fases:

- a) Seleção de três caçambas de 3 m<sup>3</sup> de origens diferentes, descartadas pela empresa coletora das caçambas no município;
- b) Coleta de cinco amostras de 18 litros de cada caçamba;
- c) Junção das amostras de 18 litros em uma única amostra de 90 litros, por caçamba;
- d) Separação dos resíduos encontrados;
- e) Medição de volume e massa;
- f) Somatório das três caçambas, totalizando 270 litros amostrados e sendo considerados como amostra representativa da composição de RCC do município de Guaíra SP;
- g) Cálculo de massa unitária;
- h) Cálculo percentual da composição dos materiais;

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Levantamento das áreas licenciadas no município

Após a coleta de dados realizada no Departamento de Obras da Prefeitura do Município de Guaíra, referente ao período de janeiro de 2016 a dezembro de 2017. A tabela 1 apresenta de forma detalhada as áreas licenciadas no período estudado, podendo assim determinar o índice da estimativa de RCC gerado no município.

**Tabela 1.** Relação de alvarás concedidos pela Prefeitura do Município de Guaíra SP

Mês	Áreas Licenciadas					
	Quantidade de Alvarás	2016		Quantidade de Alvarás	2017	
		Área Construída (m <sup>2</sup> )	Área Reformada (m <sup>2</sup> )		Área Construída (m <sup>2</sup> )	Área Reformada (m <sup>2</sup> )
Janeiro	35	2.017,22	1.813,77	36	1.342,93	2.096,89
Fevereiro	30	1.065,00	850,00	35	2.457,60	2.000,79
Março	51	2.590,11	1.245,73	43	1.919,86	1.657,84
Abril	34	2.278,93	894,21	53	2.621,68	4.596,37
Mai	33	9.860,05	1.253,27	39	2.162,18	1.140,56
Junho	37	4.311,36	978,65	50	2.213,73	1.907,13
Julho	23	1.075,64	705,11	70	4.173,38	2.067,01
Agosto	56	2.340,56	2.083,45	78	5.616,53	2.340,34
Setembro	44	4.607,76	2.691,65	44	2.568,01	1.534,02
Outubro	48	2.918,04	1.423,82	61	3.423,84	1.333,35
Novembro	47	2.387,85	1.417,98	52	1.796,65	831,80
Dezembro	55	2.529,38	2.609,57	67	2.708,07	1.391,15
<b>TOTAL</b>	<b>493</b>	<b>37.981,9</b>	<b>17.967,21</b>	<b>628</b>	<b>33.004,46</b>	<b>22.897,25</b>

Fonte: Próprio Autor

A quantificação da geração de RCC pelo parâmetro das áreas licenciadas, foi realizada através do acompanhamento de três construções e duas reformas, distintas e dentro do período em estudo. Sendo calculados os volumes produzidos pelas mesmas durante suas execuções.

O volume total produzido em Guaíra, foi obtido por uma relação dos volumes produzidos nessas obras e suas áreas construídas e reformadas (m<sup>2</sup>) com as áreas licenciadas no município, de acordo com a metodologia utilizada por Schalch et al. (1997), Pinto (1999), Marques Neto (2003), Gonçalves (2016), dentre outros pesquisadores da área.

A tabela 2 apresenta o resumo do perfil das obras analisadas, bem como a quantidade de caçambas coletadas, a área que sofreu alterações e o tipo de obra.

**Tabela 2.** Análise das Obras estudadas no município de Guaíra SP

<b>Construções Analisadas</b>	<b>Obra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Caçambas Retiradas</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	Construção	Residencial	13	69,74
<b>2</b>	Construção	Residencial	5	121,43
<b>3</b>	Construção	Residencial	4	239,30
<b>4</b>	Reforma	Residencial	3	48,44
<b>5</b>	Reforma	Residencial	14	85,84
<b>Total</b>	-	-	<b>39</b>	<b>564,75</b>

Fonte: Próprio Autor

Para o cálculo do volume temos a seguinte relação:

$$\Sigma \text{Área das Obras (m}^2\text{)} = \text{Área 1} + \text{Área 2} + \text{Área 3} + \text{Área 4} + \text{Área 5}$$

$$\Sigma \text{Área das Obras (m}^2\text{)} = 69,74 + 121,43 + 239,30 + 48,44 + 85,84$$

$$\Sigma \text{Área das Obras (m}^2\text{)} = 564,75 \text{ m}^2$$

$$\Sigma \text{ Total de Caçambas Retiradas} = \text{Obra 1} + \text{Obra 2} + \text{Obra 3} + \text{Obra 4} + \text{Obra 5}$$

$$\Sigma \text{ Total de Caçambas Retiradas} = 13 + 5 + 4 + 3 + 14$$

$$\Sigma \text{ Total de Caçambas Retiradas} = 39 \text{ caçambas}$$

Todas as caçambas estudadas que realizaram coleta de RCC das obras em análise possuem volume de 3 m<sup>3</sup>, portanto:

$$39 \text{ caçambas} \times 3 \text{ m}^3 = 117 \text{ m}^3$$

Considerando que a massa unitária do município de Guaíra é 0,99 ton/m<sup>3</sup> obtida a partir da qualificação no item 4.2, temos:

$$117 \text{ m}^3 \times 0,99 \text{ ton/m}^3$$

115,83 toneladas, ou seja, 115.830 kg

Portanto temos que a taxa de geração de RCC para as cinco obras em análise foi:

$$\text{Taxa de geração de RCC (kg/m}^2\text{)} = \text{Massa de entulho} / \text{Área total das obras}$$

$$\text{Taxa de geração de RCC} = 115.830 / 564,75$$

$$\text{Taxa de geração de RCC} = 205,09 \text{ kg/m}^2$$

Aplicando a fórmula da taxa de geração de RCC pelo parâmetro de áreas licenciadas no município de Guaíra nos anos de 2016 e 2017, obteve-se a geração média diária e anual de RCC do município. A tabela 3 apresenta os resultados das estimativas de geração de RCC no período de estudo. Desta forma, pode ser obtido o indicador de geração pelo parâmetro das áreas licenciadas, sendo de 11.469,74 ton/ano, considerando mês com 26 dias úteis resultando em uma geração diária de 36,76 ton/dia.

**Tabela 3.** Estimativa de geração de RCC por áreas licenciadas

	Município de Guaíra SP		
	2016	2017	Média
Áreas licenciadas (m <sup>2</sup> )	55.949,11	55.901,71	111.850,82
Taxa de geração RCC (kg/m <sup>2</sup> )	205,09	205,09	205,09
Geração de RCC (ton/mês)	956,22	955,41	955,81
Geração de RCC (ton/ano)	11.474,60	11.464,88	11.469,74
<b>Geração de RCC (ton/dia)</b>	<b>36,78</b>	<b>36,75</b>	<b>36,76</b>

Fonte: Próprio Autor

#### 4.2 Qualificação dos RCC no município de Guaíra SP

A qualificação dos RCC foi realizada no aterro do município, onde são descartadas as caçambas de entulhos, foram selecionadas três caçambas de diferentes locais da cidade, com capacidade de 3m<sup>3</sup> de volume cada.

De cada caçamba, obteve-se a cinco coletas de 18 litros de amostra, retiradas de vários pontos da caçamba, para abranger todo o espaço físico da mesma. Após esse procedimento, os materiais foram separados, limpos e pesados.

A tabela 4 apresenta as massas obtidas nas caçambas pesquisadas de todos os materiais individualmente.

**Tabela 4.** Massas dos materiais encontrados entre os RCC's

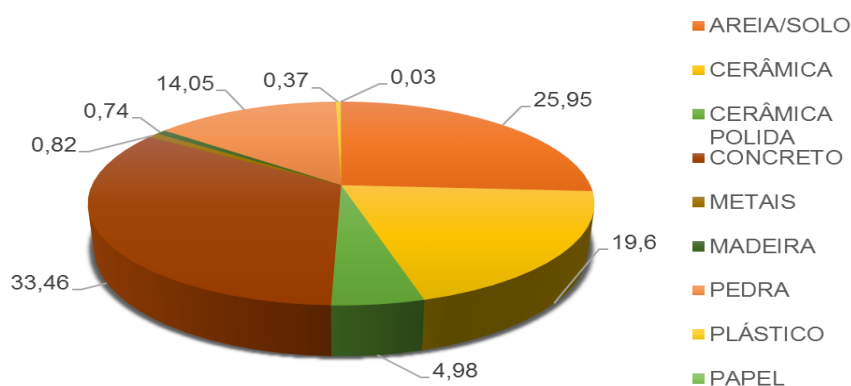
Materiais	Massa dos materiais no aterro de Guaíra SP (Kg)			
	Caçamba 1 (90 Litros)	Caçamba 2 (90 Litros)	Caçamba 3 (90 Litros)	Total (270 Litros)
Areia/Solo	8,7	27,5	33,6	69,8
Cerâmica	34,3	5,2	13,2	52,7
Cerâmica Polida	-	10,8	2,6	13,4
Concreto	33,0	22,0	35,0	90,0
Metais	0,2	0,9	1,1	2,2
Madeira	0,3	1,7	-	2,0
Pedra	8,9	21,0	7,9	37,8
Plástico	0,2	0,7	0,1	1,0
Papel	-	0,1	-	0,1
<b>TOTAL</b>	<b>85,6</b>	<b>89,9</b>	<b>93,5</b>	<b>269,0</b>

Fonte: Próprio Autor

Ressaltando que as amostras foram colhidas de diferentes pontos das caçambas, assim como chegaram, os materiais possuíam vazios. Portanto, através da relação entre massa e volume das amostras coletadas no município de Guaíra, a massa unitária dos RCC's proveniente dessa investigação é de 0,99 kg/L ou 0,99 ton/m<sup>3</sup>.

Em representação da realidade do município visando a geração de RCC, utilizou-se a massa unitária encontrada após o estudo. Sendo assim, a partir do cálculo das massas dos materiais foi determinada a composição dos RCC's, tendo em maior volume coletado o concreto com 33,46% e a cerâmica com 19,6%. A figura 3 apresenta os percentuais dos materiais contidos nos RCC's analisados.

**Figura 3.** Composição percentual de RCC's no município de Guaíra SP



Fonte: Próprio Autor

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Gestão de RCC gerado no município

De acordo com o estabelecido na Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos nº 12.305/2010, o município realizou a contratação de uma empresa especializada através do Departamento de Esgoto e Água para a realização do Plano Municipal de Resíduos da Construção Civil, porém o mesmo foi realizado para cumprir as normas estabelecidas em Lei e para obtenção de recursos federais.

Observou-se que os principais geradores de RCC's são as novas construções, e que os resíduos coletados são levados para o aterro municipal, onde são dispostos diretamente ao solo, havendo probabilidade de contaminação do mesmo. Não há licenciamento para receber estes resíduos e não existe área de triagem para reciclagem de resíduos Classe A.

A figura 4 indicada abaixo mostra a situação em que se encontra os resíduos depositados no aterro municipal.

**Figura 4.** Disposição dos RCC's no aterro municipal



Fonte: Próprio Autor

O município teve em 2007 um projeto de implantação de um Aterro de Resíduos da Construção Civil, porém era preciso que a CETESB concedesse a

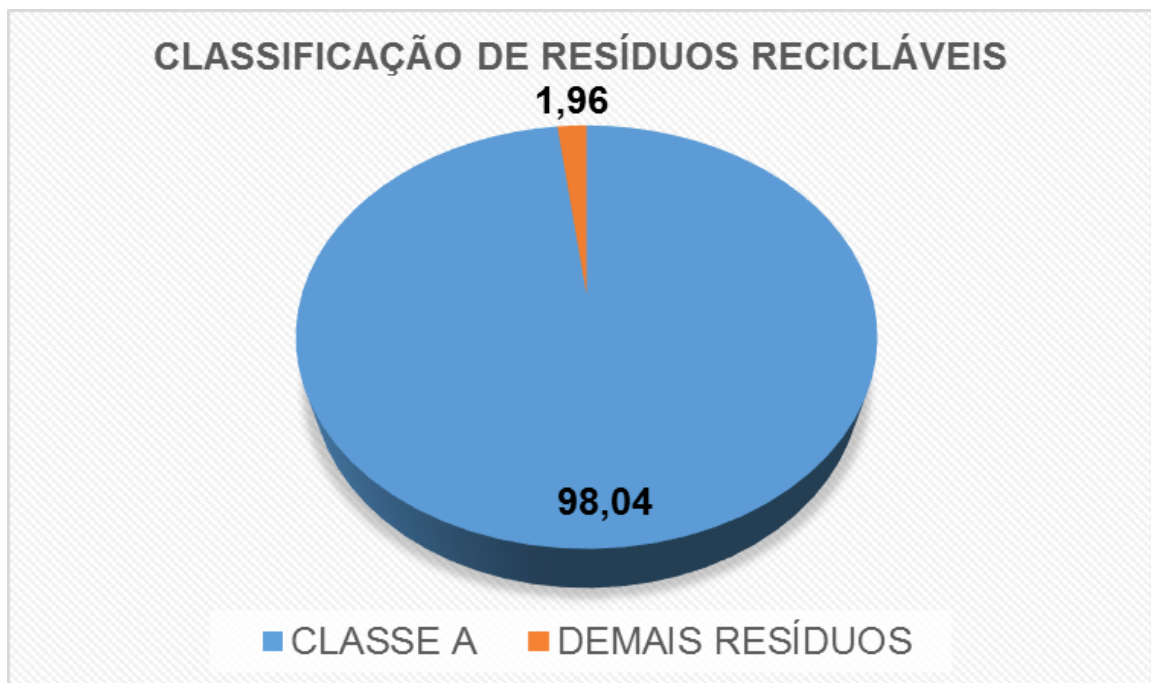
emissão de uma Licença Prévia e Licença de Instalação para o funcionamento adequado do mesmo, o que não ocorreu, visto que as exigências solicitadas não foram seguidas, o que acabou inviabilizando o funcionamento do Aterro de Inertes em Guaira. E por esse motivo, os RCC's são destinados para o aterro municipal e sendo dispostos de forma inadequada.

O município não tem uma gestão dos RCC's conforme preconiza a Resolução nº 307 do CONAMA, por falta de iniciativa do poder municipal visto que os planos e projetos necessários para esses procedimentos já foram realizados.

## 5.2 Reciclagem dos RCC's

De acordo com a Classificação descrita na Resolução CONAMA nº448/2012, os resíduos Classe A podem ser reutilizados e/ou reciclados, ou encaminhados para aterros responsáveis por estes resíduos, observa-se na figura 7, a porcentagem de resíduos recicláveis encontrados na qualificação realizada neste estudo.

**Figura 7.** Porcentagem de Resíduos Recicláveis



Fonte: Próprio Autor

Observa-se que a maioria dos resíduos coletados nas análises realizadas durante o período deste estudo são Classe A, ou seja, resíduos com capacidade de reciclagem ou reutilização em forma de agregados, material que poderia ser



processado pela própria prefeitura, através da implantação de uma Usina de Reciclagem ou mesmo por um Britador Móvel, solução estas que necessitariam poucos investimentos financeiros.

De acordo com Gonçalves (2016) o investimento necessário para a Implantação da Usina de Reciclagem é orçado em R\$ 1.093.610,00 e para um Britador Móvel com capacidade de 10 t/h de processamento, o valor orçado é de R\$ 380.000,00.

## **6 CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que o município fez a contratação de uma empresa responsável pelo Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, apenas para cumprir as determinações estipuladas pela Lei nº12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos e para obter Recursos Federais, pois a implantação das ações propostas para o município deveria ter sido contínua para obter o gerenciamento dos resíduos, e a mesma não foi. As coletas são realizadas pelo Departamento de Esgoto e Água de Guaíra e são direcionados para descarte no Aterro Sanitário do município, onde são colocados diretamente ao solo sem nenhum tipo de prevenção de impacto ao meio ambiente, ou direcionamento para reciclagem.

Em análise direta ao setor da construção civil nos anos de 2016 e 2017, observou-se que em relação ao crescimento urbano, conseqüentemente há um aumento na produção de resíduos, e que por esse motivo os índices obtidos nas obras em Guaíra apresentam altas taxas de geração de RCC.

De acordo com esse estudo Guaíra, teve uma taxa de geração de RCC de 36,76 toneladas de RCC gerados diariamente, o que indica uma alta taxa de geração para um município deste porte.

## **REFERÊNCIAS**

ABRELPE, Empresas Associadas. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. São Paulo, 2016. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf> >. Acesso em: 29 de mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002*: Estabelece diretrizes, critérios e

procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2 ago. 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: 28 mar. 2018.

COSTA, Ricardo Vasconcelos Gomes da et al. *Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa*. 2012.

GONÇALVES, G.H.V. *Diagnóstico dos Resíduos da Construção Civil no município de Orlandia-SP como subsídio ao estudo e proposição de soluções tecnológicas*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2016.

GONÇALVES, Gustavo Henrique Vital. *Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em escolha à gestão consorciada de resíduos da construção civil*. 2018. 23 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

GUAÍRA. Prefeitura do Município. *Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Guaíra-SP*. Guaíra. 2007. 123p. (Relatório Técnico).

GUAÍRA. Prefeitura do Município. *Lei ordinária municipal nº 2607, de 01 de julho de 2013: Aprova o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Guaíra*. 2013. Disponível em: <<http://guaira.sp.gov.br/file2040.pdf?id=5392>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Guaíra-SP*. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/guaira/panorama>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

JOHN, Vanderley Moacyr. *Reciclagem de resíduos na construção civil – Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. São Paulo, 2010. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de SP.

LIMA, Rosimeire S.; LIMA, Ruy Reynaldo R. *Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil*. Série de Publicações Temáticas do Crea-PR. Curitiba: Crea, 2009.

MAPS, Google. *Mapa Guaíra-SP*. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Guaíra,+SP,+14790-000/@-20.3212699,-48.3864001,21945m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x94bb0982923eb299:0x75a50f28ae08a947!8m2!3d-20.3253713!4d-48.310855>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

MARQUES NETO, J. C. (2003). *Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP*. 155p. Dissertação

(mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

MARQUES NETO, José da Costa. *Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil*. São Carlos: Rima, 2005. 162 p.

MARQUES NETO, J.C. *Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)*. 2009. 629 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 2009.

PIOVEZAN JÚNIOR, Gilson Tadeu Amaral. *Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria*. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

POZZOBON, Marcus Paulo; PRESTES, Vanêscia Buzelato. *Resíduos da Construção Civil*. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Assembléia Legislativa. *Lei nº12.300, de 16 de março de 2006*: Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. São Paulo, 2006. Disponível em:  
<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

SOBRINHO, Ari Teixeira; TEDESCO, Gustavo Côrte. *Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil*. 2013. 73 p. Guaíra, 2013.

VALOTTO, Daniel Vitorelli. *Busca de informação: gerenciamento de resíduos da construção civil em canteiro de obras*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina, 2007.

WIENS, Ivy Karina; HAMADA, Jorge. *Gerenciamento de resíduos da construção civil – uma introdução à legislação e implantação*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNESP, v. 13, 2006.

## ANEXO

Foto da Primeira Caçamba Analisada – 3 m<sup>3</sup>  
Obra localizada na Rua 4 – Bairro Centro – Guaíra SP



Fonte: Próprio Autor

Foto da Segunda Caçamba Analisada – 3 m<sup>3</sup>  
Obra localizada na Rua 11B – Bairro Aniceto – Guaíra SP



Fonte: Próprio Autor

Foto da Terceira Caçamba Analisada – 3 m<sup>3</sup>  
Obra localizada na Avenida 1 – Bairro Centro – Guaíra SP



Fonte: Próprio Autor