

# **TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL POR ETAPA DE OBRA EM EDIFÍCIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL NA CIDADE DE RIBEIRÃO PRETO-SP**

Luiz Paulo da Silva (UFSCar) silvaluizpaulo@gmail.com

Gustavo Henrique Vital Gonçalves (UFSCar) gustavovital@hotmail.com.br

Luiz Antonio Sarti Junior (UFSCar) luiz.sarti.junior@gmail.com

José Marques da Costa Neto (UFSCar)

## **Resumo**

A construção civil nas últimas décadas passou por grandes transformações, buscando minimizar os desperdícios e agregar valor ao produto final. Assim, a utilização da alvenaria estrutural em empreendimento de caráter social, se tornou muito comum devido ao baixo custo envolvido na produção, se comparado com outros sistemas construtivos. Porém, esses avanços aumentaram as taxas de geração de resíduos da construção civil. No presente estudo foi realizado um levantamento das taxas de geração de resíduos de construção civil por etapa de obra em edifícios de alvenaria estrutural, com o objetivo de identificar as etapas de obra com maior geração de resíduos e os principais agente envolvidos. Assim, foi utilizado quatro edifícios construídos em alvenaria estrutural na cidade de Ribeirão Preto-SP, onde foi possível levantar os dados através de notas fiscais e obter o valor da taxa de geração média de 177,11 kg/m<sup>2</sup>. No trabalho foi concluído que as etapas de alvenaria e revestimento foram as maiores geradoras de resíduos, bem como a falta de qualidade dos materiais, mão-de-obra e equipamentos foram os principais responsáveis por esses altos valores.

**Palavras-Chaves:** Construção civil; Desperdícios; Taxas de geração; Resíduos.

## **1. Introdução**

No Brasil, um dos setores da economia que mais cresce gerando empregos e contribuindo com o PIB do país, é a construção civil. Porém, é também um forte agente gerador de resíduos sólidos, chamados de RCC (resíduos da construção civil).

Uma das principais preocupações do estudo da gestão dos resíduos da construção civil, está associada a determinação das suas taxas de geração, bem como, as suas formas de manejo e destinação final.

Barros (2012) aponta que parte significativa e considerável dos materiais que entram em uma obra, sejam esse, insumos de materiais e equipamentos saem na forma resíduos, como tijolos quebrados, restos de argamassa, cimento vencido, areia, brita, restos de concreto e outros. Isso ocorre devido a altas taxas de geração de resíduos por metro quadrado de área construída.

Segundo MELLO et al. (2007) define-se os RCC como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos, cerâmicas, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiações e outros comumente chamados de entulho de obras, cólica ou metralha.

Segundo Marques Neto (2004) os RCC são definidos como sendo todo o material que por algum motivo foi rejeitado para a sua utilização na execução de etapas de obras da construção civil.

Para Levy (1997) a definição de resíduo de construção civil é obtida pela ótica do desperdício inerente ao processo construtivo que foi implantado em diferentes obras, reformas ou demolições.

Assim, Córdoba (2010) verifica que são utilizados vários termos populares e técnicos para definir resíduos de construção e demolição, sendo geralmente compostos por restos de materiais de canteiros de obras, demolições e descartes.

Porém, Pinto (1999) esclarece que o termo RCD faz alusão as denominações internacionais dos termos “C&D debris” – resíduos de construção e demolição.

Segundo Córdoba (2010) o termo RCD deve ser utilizado para critérios de saneamento básico, pois essa denominação abrange os resíduos originários de serviços de construção e demolição.

Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, em seu artigo 3º com sua alteração de 24 de maio de 2011, da Resolução nº 431, estabelece uma classificação para os resíduos da construção civil, conforme segue:

Classe A - Resíduos oriundos de restos de alvenaria, concreto e argamassa. Resíduos que são passíveis de um reaproveitamento, como:

- Restos de construção, demolição, reformas, pavimentação de obras de infraestrutura e terraplenagem;

- Restos de construção, demolição e reformas de edificações, tendo como componentes restos de materiais cerâmicos, concreto e argamassa;
- Restos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto, tais como blocos e tubos, que são produzidos nos canteiros de obras.

Classe B - Plásticos, papel, papelão, vidros, metais, madeiras e gesso;

Classe C - São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; e

Classe D - São resíduos derivados do processo de construção, considerados perigosos, como:

- Tintas, solventes, óleos e solventes;
- Aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriunda de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros; e
- Materiais que contenham amianto, tais como as telhas e outros produtos nocivos à saúde.

Pinto (1999) realizou uns estudos com seis municípios brasileiros, e verificou que os RCC representavam cerca de 70 % dos resíduos sólidos gerados nas cidades.

Em muitos países, como no Brasil, a falta de infraestrutura adequada e fiscalização, levam os resíduos de construção civil a serem descartados em locais irregulares, gerando fortes impactos ao meio ambiente e graves problemas para os municípios.

Esse contexto, vinha se agravando com a ausência de uma política que estabelecesse as diretrizes para a geração, manejo e disposição final dos RCC em municípios brasileiros. Em 2002 entra em vigor a Resolução CONAMA 307, que busca estabelecer alguns critérios e responsabilidades aos geradores de resíduos de construção civil. Mais tarde, em 2010, entra em vigor a política nacional dos resíduos sólidos que estabelece novos conceitos e diretrizes.

Em Ribeirão Preto-SP, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos apenas aponta os locais de disposição final, transporte e manejo. Verifica-se assim, uma ineficiência no setor que causa diversos passivos e prejuízos para o município em relação ao tratamento dos RCC.

Schalch et al. (1997) em estudos realizados pela prefeitura de São Carlos - SP, verificou que a produção diária de RCC na cidade foi estimada em torno de 400 toneladas, apontando para um grave problema. Para Moraes (2006) o crescimento urbano dos municípios, proporciona

um crescimento significativo no setor da construção civil, que por sua vez, aumenta os índices de geração de RCC, em função dos desperdícios e deficiência em processos construtivos.

Segundo Marques Neto (2009) para melhor entender o processo de geração de RCC, é preciso relacioná-lo a falta de gestão no dia a dia do canteiro de obra, falta de treinamento da mão-de-obra e o consumo de recursos naturais. Costa (2012), após estudo em diversos edifícios, públicos e privados na cidade de João Pessoa-PB, verificou a taxa de geração de RCC de 86,27 kg/m<sup>2</sup>.

A determinação das taxas de geração de RCC de um é um fator preponderante para fornecer informações e subsídios aos municípios nas tomadas de decisões para a busca da solução do problema. Assim, monitorar e acompanhar os valores das taxas de geração do município é importante para verificar a evolução do problema e indicar os pontos críticos do assunto.

A taxa de geração dos resíduos de construção civil, podem ser influenciados por diversos fatores, como por exemplo, as práticas construtivas, bem como, os sistemas estruturais utilizados na edificação. Nesse contexto, no presente trabalho foi realizado um levantamento do número de caçambas geradas em quatro diferentes obras de edifícios construídos em alvenaria estrutural da construtora Pedreschi Monteiro na cidade de Ribeirão Preto-SP.

O levantamento foi realizado através de notas fiscais e comparadas com o cronograma da obra, para obter as etapas de geração dos resíduos. Com os quantitativos levantados, foram determinadas as taxas de geração por etapa de obra, que por fim, resultou em uma taxa de geração média.

O objetivo principal desse trabalho é determinar a taxa de geração média de resíduos de construção civil em cada etapa da obra em edifícios de alvenaria estrutural, determinando assim, as taxas de geração nas etapas de terraplenagem, fundação, estrutura, alvenaria e acabamento. Resultando assim, em uma taxa de geração média de RCC.

## **2. Metodologia**

No desenvolvimento do presente estudo, para a determinação das taxas de geração de resíduos da construção civil por etapas de obra, foi realizada e utilizada uma metodologia que permitiu determinar a massa unitária de entulho e relacioná-la com as áreas construídas de 4 obras distintas, iniciadas e finalizadas nos anos de 2016 e 2017. Para o cálculo da taxa de geração de RCC, foi utilizado a massa unitária determinada por Silva (2017) de 0,79 kg/m<sup>3</sup>.

Para realizar o objetivo principal do presente estudo e determinar a taxa de geração de RCC, a metodologia indica primeiramente, uma caracterização dos aspectos básicos do município, importante para analisar os RCC e seu desenvolvimento nos últimos anos. Em um segundo momento, foram selecionadas 4 obras iniciadas e finalizadas no ano de 2016 e 2017, realizando assim, um levantamento das áreas construídas e do volume de entulho gerados no período.

## **2.1 Caracterização socioeconômico do município de Ribeirão Preto-SP**

Para realizar o levantamento dos parâmetros básicos do município de Ribeirão Preto, foi realizado um completo levantamento bibliográfico e índices estatísticos para auxiliar no diagnóstico dos RCC, levantando as seguintes diretrizes:

- Histórico do desenvolvimento de Ribeirão Preto – SP;
- Análise dos aspectos físicos;
- Análise dos aspectos populacionais;
- Análise dos aspectos econômicos; e
- Análise dos aspectos sociais.

## **2.2 Taxa de geração de RCC por etapa de obra**

A metodologia de quantificação de RCC leva a aplicação de um método que fornece índices da geração de RCC por etapas de obra. Em um primeiro momento foram selecionados quatro edifícios construídos em alvenaria estrutural, com blocos de concreto, construídos nos anos estipulados para o estudo. No segundo momento, foram estabelecidas as etapas de análise para o estudo, sendo determinada as etapas de terraplenagem, fundações, estruturas, alvenaria, revestimento e acabamento. Em seguida, foram levantados os volumes de entulho gerados em cada etapa da obra, através das notas fiscais e associados a massa unitária de 0,79 kg/m<sup>3</sup>, determinado por Silva (2017) e estabelecendo assim, a massa de entulho. A relação entre a massa de entulho e as respectivas áreas construídas de cada obra, fornece a taxa de geração de RCC por etapa de obra. Por fim, foi determinada uma média entre as obras e estabelecido uma taxa de geração média.

Portanto, essa etapa pode ser subdividida em outras cinco etapas:

- Selecionar 4 obras de edifícios em alvenaria estrutural;

- Estabelecer as etapas de obra para análise (terraplenagem, fundações, estruturas, alvenaria, revestimento e acabamento);
- Levantamento do volume de entulho gerado em cada etapa de obra (Análise das notas fiscais);
- Determinação da massa de entulho ( $0,79 \text{ kg/m}^3 \times \text{Volume de entulho de cada etapa}$ );
- Determinação da taxa de geração de RCC por etapa de obra (Relação entre massa de entulho e área construída de cada obra); e
- Determinação da taxa de geração média (média da taxa de geração das quatro obras estudada).

### 3. Resultados

#### 3.1 Caracterização socioeconômico do município de Ribeirão Preto-SP

O município de Ribeirão Preto foi fundado no ano de 1856, em um período em que muitos mineiros buscavam a região para pastagem, uma vez, que as suas terras já estavam esgotadas. Com a entrada do século XX, Ribeirão Preto começou a atrair imigrantes para a agricultura e indústrias na década de 1910. Em 2010 foi considerada como “polo tecnológico”. Ribeirão Preto é um município brasileiro que está no interior do estado de São Paulo, na região Sudeste do país. Está localizado a noroeste da capital do estado, a uma distância de 315 km, pertence à Mesorregião e Microrregião de Ribeirão Preto conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Localização do município de Ribeirão Preto-SP



Fonte: Prefeitura de Ribeirão Preto-SP

Ribeirão Preto está a 21°10'40" de latitude sul e 47°48'36" de longitude oeste. Limita-se com: Guatapar, a sul; Cravinhos, a sudeste; Jardinópolis, a norte; Serrana, a leste; Dumont, a oeste; Sertãozinho, a noroeste; e Brodowski, a nordeste.

O relevo de Ribeirão Preto encontra-se uma predominância de áreas onduladas, compostas por colinas amplas e baixas. Suas altitudes estão entre 500 e 700 metros, sendo que sua altitude média  de 544,8 metros. Os vales têm valores médios inferiores a 20 metros, sendo os principais cursos d'água formada pelos rios Pardo e Mogi-Guaçu.

O município de Ribeirão Preto está localizado nas bacias hidrográficas dos rios: Grande, Sapucaí, Pardo, Turvo, Mogi-Guaçu e Jacaré-Guaçu.

Ribeirão Preto tem uma predominância na vegetao de mata atlântica, possuindo fragmentos remanescentes de várias unidades fitogeográficas, como a floresta estacional sem decidual, a floresta paludosa e a floresta estacional decidual. Há também alguns trechos com característica de serrado.

No ano de 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) contaram 666 323 habitantes, sendo classificado com o oitavo município mais populoso do estado de São Paulo, com uma densidade demográfica de 930,42 habitantes por Km<sup>2</sup>. Nesse censo cerca de 290 286 habitantes eram homens e 314 828 habitantes eram mulheres, 603 401 habitantes vivem na zona urbana e 1713 vivem na zona rural. Para 2015 a estimativa do censo para a populao municipal  de 666 323 habitantes.

Em relao  economia, Ribeirão Preto tem o décimo maior PIB do estado de São Paulo com cerca de R\$ 20 300 802 000 mil. O setor primário tem a agricultura como o setor menos relevante da economia. De todo o PIB 78 286 mil reais é o valor adicionado bruto da agricultura. Grande parte da área agrícola é utilizada para o cultivo de lavoura temporária de amendoim, cana-de-aucar, manga, limão, abóbora e outros.

O setor secundário vem classificado como o segundo mais relevante para a economia, com um PIB municipal de 2 798 759 mil reais, sendo destacado os setores de produo de alimento e bebidas; indústrias da saúde, papel, gráfica e vestuário.

O setor terciário destaca-se como a maior fonte geradora do PIB de ribeirão preto, com 14 963 559 mil reais, pois Ribeirão Preto se constitui em um núcleo de atrao das atividades comerciais e de prestao de serviço.

Na educação Ribeirão Preto conta com diversas escolas e universidades tanto no âmbito privado como público, se destacando também a presença de escolas profissionalizantes. Ribeirão Preto tem o valor do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica médio entre as escolas públicas de 4,0. Já em nível privado o índice é de 6,1.

Segundo Marques Neto (2003) a parcela significativa na produção de RCC é destinada as empresas coletoras e a outra parcela, utilizadas nas próprias obras como material de aterro, enchimento de pisos e paredes.

Das quatro obras analisadas, foram executadas e finalizadas pela empresa Pedreschi Monteiro Engenharia e Construção Ltda., atuante no mercado desde 1995, na cidade de Ribeirão Preto – SP no seguimento de prédios em alvenaria estrutural, casas de alto padrão e loteamento.

A seguir são apresentadas as quatro obras estudadas e finalizadas nos anos de 2016 e 2017, bem como suas principais características:

### **3.1.1 Obra 1 – Edifício Itaguaçu**

Construtora: Pedreschi Monteiro Engenharia Ltda.

Estrutura: Alvenaria Estrutural

Bairro: Ipiranga (Ribeirão Preto)

Área: 1.296 m<sup>2</sup>

Ano da construção: 2017

Volume de RCC: 198 m<sup>3</sup> (66 caçambas)

Figura 2 – Edifício Itaguaçu



Fonte: Próprio autor

### **3.1.2 Obra 2 – Edifício Parque das Dunas**

Construtora: Pedreschi Monteiro Engenharia Ltda.

Estrutura: Alvenaria Estrutural

Bairro: Ipiranga (Ribeirão Preto)

Área: 669,30 m<sup>2</sup>

Ano da construção: 2017

Volume de RCC: 120 m<sup>3</sup> (40 caçambas)

Figura 3 – Edifício Parque das Dunas



Fonte: Próprio autor

### **3.1.3 Obra 3 – Edifício Carlos Chagas**

Construtora: Pedreschi Monteiro Engenharia Ltda.

Estrutura: Alvenaria Estrutural

Bairro: Jardim Botânico (Ribeirão Preto)

Área: 304,21 m<sup>2</sup>

Ano da construção: 2016

Figura 4 – Edifício Carlos Chagas



Fonte: Próprio autor

### 3.1.4 Obra 4 – Edifício Ilha de São Francisco

Construtora: Pedreschi Monteiro Engenharia Ltda.

Estrutura: Alvenaria Estrutural

Bairro: Vila Tibério (Ribeirão Preto)

Área: 938,5 m<sup>2</sup>

Ano da construção: 2016

Figura 5 – Edifício Ilha de São Francisco



Fonte: Próprio autor

### 3.2 Taxa de geração de RCC por etapa de obra

O acesso a documentação das obras, através das notas fiscais das caçambas, permitiu o levantamento da geração de resíduos durante cada etapa, através do número de caçambas gerados respectivamente nas fases de terraplenagem, fundação, estruturas, alvenaria, revestimento e acabamento.

Tabela 1. Área e volume das obras

| <b>Obra</b> | <b>Área (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Volume de entulho (m<sup>3</sup>)</b> |
|-------------|-----------------------------|--|
| 1           | 1.296,00                    | 198                                      |
| 2           | 669,3                       | 252                                      |
| 3           | 304,21                      | 69                                       |
| 4           | 938,5                       | 132                                      |

Fonte: Próprio autor

Tabela 2. Taxa de geração de RCC por etapa – Obra 1

| <b>Etapa</b>  | <b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa unitária (kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa de entulho (kg)</b> | <b>TG (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------|-----------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Terraplenagem | 0                           | 0,79                                     | 0                            | 0                            |
| Fundação      | 15                          | 0,79                                     | 11.850                       | 9,14                         |
| Estrutura     | 30                          | 0,79                                     | 23.700                       | 18,29                        |
| Alvenaria     | 54                          | 0,79                                     | 42.660                       | 32,92                        |
| Revestimento  | 60                          | 0,79                                     | 47.400                       | 36,57                        |
| Acabamento    | 39                          | 0,79                                     | 30.810                       | 23,77                        |
| <b>Total</b>  |                             |  |                              | <b>120,69</b>                |

Fonte: Próprio autor

Tabela 3. Taxa de geração de RCC por etapa – Obra 2

| <b>Etapa</b>  | <b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa unitária (kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa de entulho (kg)</b> | <b>TG (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------|-----------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Terraplenagem | 15                          | 0,79                                     | 11850                        | 17,71                        |
| Fundação      | 9                           | 0,79                                     | 7110                         | 10,62                        |
| Estrutura     | 39                          | 0,79                                     | 30810                        | 46,03                        |
| Alvenaria     | 60                          | 0,79                                     | 47400                        | 70,82                        |
| Revestimento  | 69                          | 0,79                                     | 54510                        | 81,44                        |
| Acabamento    | 60                          | 0,79                                     | 47400                        | 70,82                        |
| <b>Total</b>  |                             |  |                              | <b>297,45</b>                |

Fonte: Próprio autor

Tabela 4. Taxa de geração de RCC por etapa – Obra 3

| <b>Etapa</b>  | <b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa unitária (kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa de entulho (kg)</b> | <b>TG (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------|-----------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Terraplenagem | 3                           | 0,79                                     | 2370                         | 7,79                         |
| Fundação      | 9                           | 0,79                                     | 7110                         | 23,37                        |
| Estrutura     | 6                           | 0,79                                     | 4740                         | 15,58                        |
| Alvenaria     | 21                          | 0,79                                     | 16590                        | 54,53                        |
| Revestimento  | 15                          | 0,79                                     | 11850                        | 38,95                        |
| Acabamento    | 15                          | 0,79                                     | 11850                        | 38,95                        |
| <b>Total</b>  |                             |  |                              | <b>179,19</b>                |

Fonte: Próprio autor

Tabela 5. Taxa de geração de RCC por etapa – Obra 4

| <b>Etapa</b>  | <b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa unitária (kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Massa de entulho (kg)</b> | <b>TG (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------|-----------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Terraplenagem | 6                           | 0,79                                     | 4740                         | 5,05                         |
| Fundação      | 12                          | 0,79                                     | 9480                         | 10,1                         |
| Estrutura     | 12                          | 0,79                                     | 9480                         | 10,1                         |
| Alvenaria     | 36                          | 0,79                                     | 28440                        | 30,3                         |
| Revestimento  | 33                          | 0,79                                     | 26070                        | 27,78                        |
| Acabamento    | 33                          | 0,79                                     | 26070                        | 27,78                        |
| <b>Total</b>  |                             |  |                              | <b>111,11</b>                |

Fonte: Próprio autor

Tabela 6. Taxa de geração média (kg/m<sup>2</sup>)

| <b>Obra</b>  | <b>TG (kg/m<sup>2</sup>)</b> |
|--------------|------------------------------|
| 1            | 120,69                       |
| 2            | 297,45                       |
| 3            | 179,19                       |
| 4            | 111,11                       |
| <b>Média</b> | <b>177,11</b>                |

Fonte: Próprio autor

Um dos grandes problemas enfrentado pelo município de Ribeirão Preto é a alta taxa de geração de RCC, que cada vez mais vem crescendo e gerando graves impactos ambientais. Apesar da Resolução CONAMA nº 307 estabelecer a diretrizes para o correto gerenciamento dos resíduos gerados, Ribeirão Preto está longe de solucionar o problema, tendo em vista as

altas taxas de geração e os altos índices de descartes irregulares na cidade. Nesse contexto, o presente estudo fornece uma comparação das taxas de geração, analisando a evolução do problema.

## **5. Conclusão**

O problema dos resíduos de construção civil gerados nos municípios brasileiros, estão longe de ser solucionados. As altas taxas de geração associadas a falta de infraestrutura no manejo interno nos canteiros de obras, bem como, do manejo externo, a nível de município e o descarte irregular agravam o problema. Nesse contexto, o presente trabalho forneceu as taxas de geração de RCC por etapas de obras envolvendo edifícios em alvenaria estrutural. Considerando que diversos empreendimentos com caráter social, voltados a programas do governo federal, utilizam com bastante frequência o sistema construtivo em alvenaria estrutural, entender a geração de resíduos e os principais agentes envolvidos torna fundamental para uma melhor gestão dos empreendimentos.

Foi verificado que as etapas com maior geração de resíduos de construção civil, se repetem nas quatro obras analisadas, sendo as etapas de alvenaria e revestimento.

Na obra 1, as etapas com maior taxa de geração de resíduos foram a alvenaria e o revestimento, com valores de 32,92 kg/m<sup>2</sup> e 36,57 kg/m<sup>2</sup> respectivamente.

Na obra 2, também foram encontradas as maiores taxas de geração de resíduos nas etapas de alvenaria e revestimento com valores de 70,82 kg/m<sup>2</sup> e 81,44 kg/m<sup>2</sup> respectivamente.

Na obra 3, as etapas com maiores taxas de geração de resíduos também foram as alvenarias e o revestimento, porém, a etapa da alvenaria obteve maior valor que o revestimento, com valores de 54,53 kg/m<sup>2</sup> e 38,95 kg/m<sup>2</sup> respectivamente.

Por fim, na etapa 4 foram obtidas as maiores taxas de geração de resíduos as etapas de alvenaria e revestimento, com 30,30 kg/m<sup>2</sup> e 27,78 kg/m<sup>2</sup> respectivamente.

Portanto, após levantamento realizado no estudo, foi possível verificar e concluir que as etapas com maiores gerações de resíduos de construção civil em obras de alvenaria estrutural, foram as etapas de alvenaria e revestimento. Assim, identificando as etapas foi possível rastrear os principais agentes envolvidos nessas altas taxas e relacionados a seguir:

- Foi verificado que os blocos de concreto utilizados na estrutura dos edifícios das obras 3 e 4 apresentaram um elevado número de perda em função da deficiência na cura dos blocos, relatado no diário de obras, gerando assim, muitos blocos quebrados que conseqüentemente se transformaram em RCC;
- A mão-de-obra utilizada não estava acostumada com o sistema construtivo de alvenaria estrutural, o que ocasionou diversos erros de paginação, fato verificado pelo engenheiro da obra e autor do artigo; e
- A falta de equipamentos adequados e o revestimento batido na obra, foram os principais agentes para as altas taxas de geração de resíduos na etapa de revestimento das obras.

Portanto, é possível concluir que a deficiência na qualidade dos materiais e mão-de-obra, bem como, a utilização de equipamentos e técnicas construtivas corretas influenciam e impactam diretamente na geração de resíduos de construção civil em obras de alvenaria estrutural.

Nesse estudo, foi obtido uma taxa de geração de RCC média de 177,11 kg/m<sup>2</sup>, o que pode ser considerado elevada se comparada com as obtidas por outros autores como a de 137,02 kg/m<sup>2</sup> obtidas por Marques Neto (2003) autor do artigo em estudos anteriores e 86,27 kg/m<sup>2</sup> encontrado por Costa (2012).

## REFERÊNCIAS

BARROS, R. T. V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte - MG: Tessitura, 2012. 424 p.

BRASIL, 2002. **Resolução CONAMA n° 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n° 136, 17 de julho de 2002. Seção I, p. 95-96.

CÓRDOBA, R. E.; **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP**. 2010. 372. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2010.

COSTA, R. G. V., **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. 2012. 67 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de dados. Ribeirão Preto. Disponível em: <<https://goo.gl/ANka41>> Acesso em: nov. 2018.

LEVY, S. M.; HELENE, P. R. L. (1997) **Origem e produção de entulho**. Artigo, São Paulo, PCC, EPUSP. Disponível em:< <https://goo.gl/6Fja4b>> Acesso em: 15 de Maio de 2018.

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

\_. **Diagnóstico para estudo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos** –SP. 2003. 155 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

\_\_\_. MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Carlos: Rima 2004.

MELLO, E. D.; MONTEIRO, J. A. P., **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Ribeirão Preto: Painel, AEAARP, 2007.

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

SCHALCH, V. et. al. **Projeto de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos de construção e demolição no município de São Carlos**. Convênio: Secretaria Municipal da Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

SILVA, L. P. **análise e caracterização da gestão dos resíduos da construção civil no município de Ribeirão Preto - SP**. 2017 176 p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.