

## **AVALIAÇÃO DA GESTÃO, CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE JOAÇABA/SC**

GISLAINE LUVIZÃO<sup>1</sup>, SANDILEIA RECALCATTI<sup>2</sup>, SCHEILA LOCKSTEIN<sup>3</sup>, FABIANO ALEXANDRE NIENOV<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Me. Professora, UNOESC, Joaçaba-SC, gislaine.luvizao@unoesc.edu.br;

<sup>2</sup> Acadêmica, UNOESC, Erval Velho-SC, sandileiarecalcatti@yahoo.com.br;

<sup>3</sup>Me. Professora, UNOESC, Ibicaré-SC, scheila.lockstein@unoesc.edu.br;

<sup>4</sup>Dr., Professor, UNOESC, Joaçaba-SC, fabiano.nienov@unoesc.edu.br.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** A indústria da construção civil é um potencial gerador de resíduos, e essa geração torna-se cada vez mais preocupante, devido aos impactos ambientais negativos causados por estes resíduos. Em virtude disso, o objetivo deste trabalho é classificar e quantificar os resíduos sólidos gerados em obras de residências unifamiliares no município de Joaçaba/SC, bem como avaliar a gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC), a fim de que os dados possam servir de subsídios para a elaboração de planos de gerenciamento, tanto para construtoras e profissionais da área como para o próprio município. A metodologia adotada baseou-se na realização de visitas frequentes aos canteiros de obra, onde os resíduos gerados em cada etapa acompanhada foram quantificados por amostragem, sendo extrapolados para a quantidade total de cada serviço no total da obra, e por fim, relacionados com a área construída. O resultado obtido para a taxa de geração dos RCC estudados foi de 18,31 kg/m<sup>2</sup>. Verificou-se que 90% dos resíduos gerados são de Classe A e 10% de Classe B. Além disso, as obras não possuem gestão de resíduos como exigem as legislações, o que dificulta a diminuição da geração e o destino final ambientalmente adequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos de construção. Quantificação. Gestão.

### **EVALUATION OF MANAGEMENT, CLASSIFICATION AND QUANTIFICATION OF CONSTRUCTION WASTE IN THE MUNICIPALITY OF JOAÇABA/SC)**

**ABSTRACT:** The construction industry is a potential waste generator, and this generation is becoming more and more worrying, due to the negative environmental impacts caused by this waste. As a result, the objective of this work is to classify and quantify the solid waste generated in works of single family homes in the municipality of Joaçaba/SC, as well as to evaluate the management of Civil Construction Waste (CCW), so that the data can serve subsidies for the development of management plans, both for construction companies and professionals in the area and for the municipality itself. The methodology adopted was based on frequent visits to construction sites, where the waste generated at each stage monitored was quantified by sampling, being extrapolated to the total quantity of each service in the total work, and finally, related to the building area. The result obtained for the generation rate of the studied RCC was 18.31 kg / m<sup>2</sup>. It was found that 90% of the waste generated is Class A and 10% Class B. In addition, the works do not have waste management as required by legislation, which makes it difficult to reduce generation and the environmentally appropriate final destination.

**KEYWORDS:** Construction waste. Quantification. Management.

### **INTRODUÇÃO**

Conforme Nagalli (2014), a construção civil, da forma em que é conduzida hoje, mostra-se como um potencial gerador de resíduos. O Brasil é um país onde a maioria dos processos construtivos

são manuais e a execução dos serviços ocorre geralmente no canteiro de obras. Com isso, os resíduos gerados, além de degradarem o meio ambiente, causam problemas logísticos e prejuízos financeiros.

De acordo com a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019) o total coletado no país em 2018, desse tipo de resíduo, foi 122.012 toneladas por dia, um pequeno recuo desde 2017. A queda registrada em todas as regiões, foi maior no Centro-Oeste (2,35%), exatamente onde o volume por habitante é maior (0,824 kg/dia).

Na região Sul do país, foram coletadas 16.246 toneladas por dia de resíduos de construção e demolição em 2018. Vale a pena ressaltar que essa quantidade é o total coletado pelos municípios, pois como os geradores são responsáveis pelo gerenciamento desse tipo de resíduo, os valores representam em sua maioria o que foi descartado em vias e logradouros públicos (ABRELPE, 2019).

No município de Joaçaba/SC, conforme consta na Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), o gerador é o responsável pela gestão dos resíduos provenientes de suas obras, portanto, não existem dados precisos de coleta desse resíduo, uma vez que grande parte das obras e empreendimentos não possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil (PGRCC).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo foi o município de Joaçaba, localizado no meio oeste catarinense. Conforme o último Censo (2010) a população era de 27.020 pessoas, contudo, a população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é de 30.118 pessoas para o ano de 2019. De acordo com panorama das cidades do IBGE (2017) o município conta com uma densidade demográfica de 116,35 hab./km<sup>2</sup> e um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 50.765,38. Tratando-se da renda domiciliar, 3.482 domicílios possuem renda de 2 a 5 salários mínimos, mais especificamente, o salário médio mensal dos trabalhadores é de 2,7 salários mínimos (IBGE, 2017).

Para dar início à quantificação no setor de construção civil, inicialmente contactou-se construtoras e profissionais liberais da engenharia no município, com a finalidade de aplicar um questionário para identificar questões como, existência de planos de gestão de resíduos nas obras e quais as etapas construtivas que mais geram resíduos, ao ver do profissional. A fim de quantificar os resíduos sólidos gerados em obras de construção civil, foram selecionadas 8 residências unifamiliares com sistema de construção convencional, ou seja, estrutura em concreto armado e vedação com blocos cerâmicos. Em seguida, realizaram-se visitas in loco, a fim de confirmar o método construtivo, identificar as tecnologias construtivas utilizadas e ainda, verificar em qual etapa encontrava-se a obra. Nas obras selecionadas foi possível caracterizar e quantificar os resíduos gerados nas etapas que foram descritas pelos profissionais no questionário aplicado. Os serviços quantificados foram: forma, deforma, alvenaria e revestimento argamassado.

A quantificação das formas seguiu a seguinte metodologia de quantificação: Caracterização visual da madeira no recebimento; Quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra do serviço: pesagem, utilizando balança, de resíduos de madeira oriundos do corte das peças, obtendo o valor em quilogramas; Quantificação da amostra do serviço executado: medição do perímetro da forma em m, multiplicando pelo comprimento em m, resultando na área da amostra em m<sup>2</sup>; Quantificação do material desperdiçado na desforma da amostra: os resíduos foram quantificados, utilizando balanças para aferir o peso deste material em kg; Determinação da geração de resíduo da amostra: foi aferida com os dados obtidos nas etapas anteriores, e consistiu na soma do peso do material desperdiçado durante a execução da amostra do serviço e do peso do material de desforma.

A quantificação dos resíduos referentes aos blocos cerâmicos possui as seguintes etapas: Identificação da posição de assentamento do bloco cerâmico, à cutelo, meia vez, deitado; Identificação das juntas de assentamento, se existem juntas horizontais e verticais, ou apenas horizontais; Verificação das dimensões do bloco cerâmico utilizado; Caracterização visual dos blocos cerâmicos no recebimento; Quantificação do material desperdiçados por quebra durante o transporte para execução da amostra: pesagem em kg, dos resíduos quebrados durante o transporte; Quantificação do material desperdiçado durante a execução da amostra: pesagem em kg, dos resíduos quebrados; Quantificação da amostra de serviço executada: medição da largura e altura em metros da amostra, obtendo a área em m<sup>2</sup>; Determinação da geração de resíduo da amostra: o total de geração de resíduos tratou-se da soma do material desperdiçado por quebra durante o transporte para execução e do material desperdiçado durante a execução da amostra.

A metodologia de quantificação dos resíduos referentes à argamassa de assentamento possui as seguintes etapas: Caracterização do processo executivo com a identificação da posição de assentamento do bloco cerâmico, à cutelo, meia vez, deitado; Identificação das juntas de assentamento, se possui juntas horizontais e verticais, ou apenas horizontais; Aferição da espessura média das juntas de assentamento; Verificação das dimensões do bloco cerâmico utilizado; Quantificação de material desperdiçado durante o transporte para execução da amostra do serviço: em casos onde houve derrame de material, o mesmo foi coletado e, com auxílio da balança, pesado em kg; Quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra do serviço: para esta etapa da coleta, posicionou-se uma lona ou uma tábua sob o local onde foi executada a amostra, para que os materiais em excesso, que normalmente caem no piso (chão), pudessem ser coletados, para posteriormente, com auxílio de balança, pesados em kg; Quantificação da amostra do serviço executado em m<sup>2</sup>: medições de largura e altura da parede resultando na quantidade em m<sup>2</sup> de alvenaria executada; Quantificação de material que permanece no local onde foi transportado/acondicionado: todo o material não utilizado que permaneceu no carrinho de mão ou betoneira após a conclusão do serviço, foi coletado, raspando-se os recipientes com auxílio de colher de pedreiro e colocando todo este resíduo em um recipiente único e por meio de balança realizado a aferição do peso em kg; Determinação da geração de resíduo da amostra: consistiu na soma do peso da quantificação de material desperdiçado durante o transporte para execução da amostra do serviço, da quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra e da quantificação de material que permaneceu no local onde foi transportado/acondicionado.

De modo a aferir a quantidade de resíduos gerados no serviço de emboço camada única, apresenta-se a metodologia de quantificação da argamassa. Para este serviço, quantificaram-se três amostragens de duas situações distintas: Paredes com aberturas (portas e janelas) e paredes sem aberturas. Aplicou-se os procedimentos de coleta e aferição das amostras in loco com a seguinte sequência: Quantificação de material desperdiçado durante o transporte para execução da amostra do serviço: em casos onde houve derrame de material, o mesmo foi coletado e, com auxílio da balança, pesado em kg; Quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra do serviço: o próprio procedimento de execução do emboço origina perda de material durante o lançamento e durante o sarrafeamento. A coleta de material ocorreu nestes dois momentos. Antes do início de execução do serviço posicionou-se uma lona para a coleta do material. Após o lançamento da argamassa o material que ficou depositado na lona, foi coletado em recipiente único e com a utilização de balança identificou-se o peso em kg do material. Esta mesma prática ocorreu com a etapa de sarrafeamento, a soma dos pesos em kg, tratou-se da quantidade de material desperdiçado durante a execução da amostra; Quantificação da amostra do serviço executado: medição da largura e altura do elemento em metros, multiplicando-se os resultados obteve-se a quantificação em m<sup>2</sup> da amostra do serviço executado; Quantificação de material que permanece no local onde foi transportado/acondicionado: todo o material não utilizado que permaneceu no carrinho de mão ou betoneira após a conclusão do serviço, foi coletado, raspando-se os recipientes com auxílio de colher de pedreiro e colocando todo este resíduo em um recipiente único e por meio de balança realizado a aferição do peso em kg; Determinação da geração de resíduo da amostra: a geração de resíduos foi aferida com os dados obtidos nas etapas anteriores, e consistiu na soma do peso da quantificação de material desperdiçado durante o transporte para execução do serviço, da quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra e da quantificação de material que permaneceu no local onde foi transportado/acondicionado.

As quantidades de materiais foram aferidas no projeto estrutural, obtendo-se a área total das formas em m<sup>2</sup>. Durante o procedimento de coleta obteve-se a geração de resíduo da amostra em kg para uma quantidade de serviço executado da amostra em m<sup>2</sup>. Na quantificação em projeto, obteve-se a quantidade total do serviço forma em m<sup>2</sup>. Aplicando regra de três, determinou-se o peso total de resíduos de madeira para o projeto em kg.

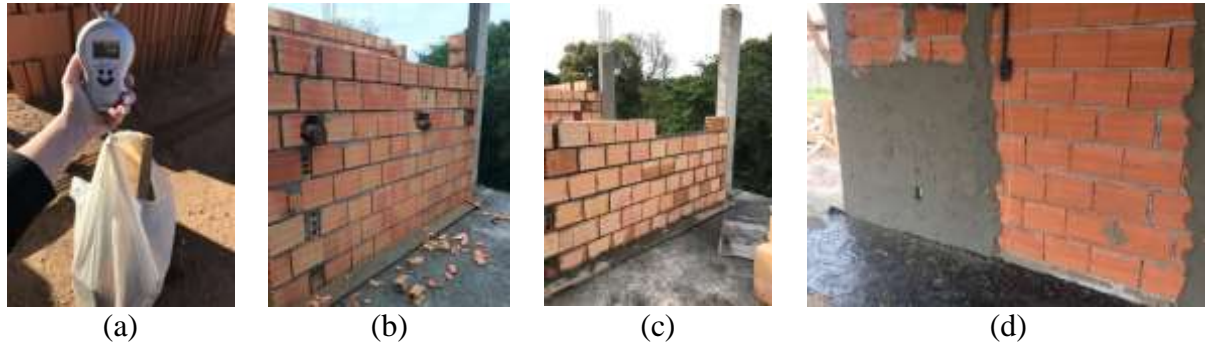
Os resíduos foram classificados de maneira visual, conforme a Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), alterada pelas Resoluções nº 348 (CONAMA, 2004) e 431 (CONAMA, 2011). Os resíduos classificados trataram-se dos resíduos gerados conforme a etapa em que a obra encontrava-se no momento da visita.

Com as etapas de quantificação in loco e aplicação da metodologia, com o levantamento da quantidade total de cada serviço para cada obra e, com base nos projetos arquitetônicos e estruturais,

levando-se em consideração a unidade de medida de cada serviço acompanhado, obteve-se a quantidade total de resíduo de cada serviço em unidade de massa (kg). Posteriormente, dividiu-se esse resultado pela área da edificação, resultando em uma taxa média de RCC em kg/m<sup>2</sup> para cada serviço de uma obra.

Para obter a taxa de RCC total de cada serviço, calculou-se a média aritmética das três amostras. E para a obtenção da taxa de RCC média para edificações unifamiliares realizou-se a soma das taxas de cada serviço, determinando assim uma única taxa em kg/m<sup>2</sup>. A Fotografia 1 apresenta imagens do procedimento de obtenção da quantificação dos resíduos gerados.

Fotografia 1: a) aferição de resíduos de formas; b) resíduos gerados na fase de execução de blocos para alvenaria; c) quantificação de resíduos argamassados de assentamento; d) resíduos de argamassa de assentamento



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos de construção civil gerados no município de Joaçaba/SC tratam-se em sua maioria de resíduos de Classe A e Classe B. Resíduos de madeira, argamassa, tijolos, peças cerâmicas, plástico e papelão em menor quantidade, e inúmeros outros tipos de materiais que não podem ser reutilizados nas obras.

São vários os fatores que influenciam na geração desses resíduos, sendo que os fatores mais observados estão relacionados com a falta de conscientização, tanto por parte do gerador, quanto dos seus funcionários e a má qualificação da mão de obra. Nas visitas in loco pôde-se observar que muitos dos resíduos foram gerados devido ao emprego de técnicas diferentes do que as bibliografias recomendam na execução dos serviços.

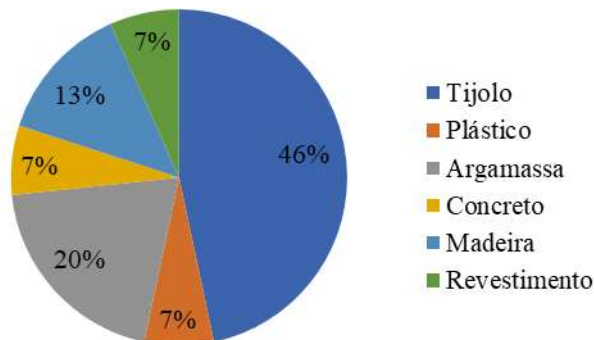
Observou-se ainda que não existe um armazenamento adequado dos resíduos gerados nas obras. Os resíduos não são armazenados em caixotes ou baias separados por tipos e identificados, eles são dispostos em pilhas no canteiro de obras, muitas vezes até mesmo dentro da edificação e todos os materiais são misturados. Essa prática não é recomendada, pois, corre o risco de materiais recicláveis serem contaminados por outros não recicláveis.

No município não existe um sistema de coleta próprio para RCC, uma vez que a destinação final deste tipo de resíduo é de responsabilidade de cada gerador. Porém, existem aproximadamente 5 empresas de tele entulho que são contratadas pelos geradores para realizar a coleta e a destinação final dos resíduos. É comum ver em frente às obras uma caixa do tele entulho, onde todos os tipos de resíduos estão misturados.

Por meio do contato com uma das empresas de tele entulho, verificou-se que esta encaminha os resíduos recicláveis como papel, papelão e plástico para a ACOMAR, e o restante dos resíduos são encaminhados para uma espécie de aterro controlado da própria empresa. Conforme relatado pela empresa, 80% dos resíduos coletados por eles referem-se a tijolos, argamassa e madeira. A empresa chega a coletar aproximadamente 100 caixas de resíduos, com capacidade de 5 m<sup>3</sup>, por mês.

As construtoras e profissionais liberais elencam o tijolo como o material que mais gera resíduos, como pode ser observado no Gráfico 1. Porém após quantificações fica evidente que o emboço é a etapa que mais impacta, isso está relacionado ao diferencial de densidade dos materiais, já que a quantificação foi feita em quilogramas de resíduos por metro quadrado de obra construída.

Gráfico 1: Resíduos gerados em maior quantidade nas obras

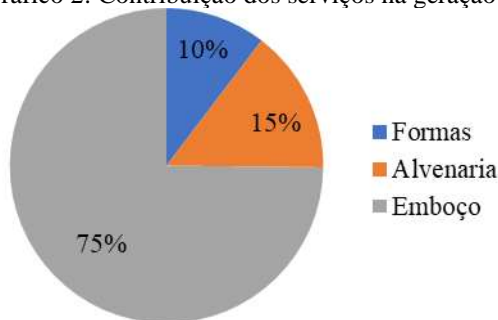


Fonte: Os autores (2020).

A taxa de geração de RCC para residências unifamiliares no município de Joaçaba/SC, para os resíduos quantificados, trata-se de 18,31 kg/m<sup>2</sup>. Sendo que a taxa obtida para formas foi de 1,90 kg/m<sup>2</sup>, sendo 1,026 kg/m<sup>2</sup> relacionado aos pilares e 0,87 kg/m<sup>2</sup> a taxa gerada para as vigas. A taxa média de geração de resíduos de argamassa de assentamento trata-se de 0,61 kg/m<sup>2</sup> para paredes sem abertura e 1,25 kg/m<sup>2</sup> para paredes com abertura. A maior geração foi encontrada na argamassa de revestimento, com 10,50 kg/m<sup>2</sup> para paredes sem abertura e 3,07 kg/m<sup>2</sup> para paredes com abertura.

O Gráfico 2 apresenta o percentual de contribuição de cada um dos três resíduos estudados, para com esta taxa.

Gráfico 2: Contribuição dos serviços na geração de RCC



Fonte: Os autores (2020).

Nota-se que 75% da taxa de RCC é composta por resíduo de argamassa de revestimento, tratando-se de 13,70 kg/m<sup>2</sup>, em segundo lugar com 2,71 kg/m<sup>2</sup> estão os resíduos de alvenaria e os resíduos de formas referem-se à 1,90 kg/m<sup>2</sup>.

Apesar da Resolução n° 307 do CONAMA afirmar que cada gerador é responsável primeiramente por evitar a geração de resíduos e, na sequência, pela redução, reutilização e reciclagem, dando um destino correto ambientalmente para os resíduos que gera, na prática, foi possível perceber que isso não funciona.

Os geradores apenas contratam o serviço de coleta e na maioria das vezes não tem conhecimento do local pra onde esses resíduos serão levados, e os resíduos acabam sendo descartados em aterros controlados e até mesmo em terrenos baldios.

Em Joaçaba/SC não existem empresas que realizam a reciclagem de RCC, as empresas mais próximas estão localizadas no litoral do estado, a cerca de 400 km de distância. Então, os geradores preferem pagar a coleta e destinação no próprio município do que cumprir com sua obrigação de encaminhar os resíduos para a reciclagem, pagando o deslocamento até outra cidade.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou uma análise de como é a gestão dos resíduos sólidos de construção civil no município de Joaçaba/SC. Além disso, também permitiu a classificação e quantificação desses resíduos por meio de visitas a diversas obras residenciais.

Foi possível concluir que aproximadamente 90% dos resíduos quantificados pertencem à Classe A e cerca de 10% enquadram-se na Classe B da Resolução n° 307 (CONAMA, 2002).

Concluiu-se ainda que, a taxa média de geração dos resíduos quantificados é igual a 18,31 kg/m<sup>2</sup> sendo que o resíduo gerado em maior quantidade foi a argamassa de revestimento, indicando 13,70 kg/m<sup>2</sup>. Notou-se que, se as técnicas de execução utilizadas nas obras seguissem as bibliografias e a mão de obra fosse qualificada, a quantidade gerada de resíduos poderia ser menor.

Ainda, 6 das 7 empresas entrevistadas não possuem plano de gerenciamento de resíduos, sendo que é um documento exigido por lei e que a prefeitura como titular dos serviços públicos de limpeza e manejo dos resíduos deveria exigir que os geradores utilizem esse documento para promover a gestão dos RCC em suas obras.

Por fim, afirma-se que a forma como os resíduos de construção civil são tratados, tanto no canteiro de obras, como fora da obra, e destinados, não está de acordo com as legislações vigentes, pois a falta de triagem e acondicionamento desses resíduos por classe, causa contaminação e impossibilita a sua reciclagem.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao FUMDES/UNIEDU, governo do Estado de Santa Catarina pela concessão de bolsa de pesquisa ao segundo autor.

## **REFERÊNCIAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019. São Paulo: ABRELPE, 2019.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 307, de 05 de julho de 2002 Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de jul. de 2002. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama das cidades. Rio de janeiro, 2017.
- NAGALLI, André. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JOAÇABA. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Diagnóstico municipal. Vol. 1. Joaçaba, 2014. 238 p.
- \_\_\_\_\_. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Planejamento das Ações. Vol. 2. Joaçaba, 2014. 85 p.