

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

Sandileia Recalcatti¹
Gislaine Luvizão²
Scheila Lockstein³

Resumo: A indústria da construção civil é uma potencial geradora 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/m². 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 chaves: Resíduos de Construção. Quantificação. Gestão.

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

Abstract: The construction industry is a potential generator of waste, and this generation is becoming increasingly worrying, due to the environmental impacts caused by this waste. Because of this, the objective of this work is to classify and quantify the solid waste emitted in works of single family homes in the municipality of Joaçaba/SC, as well as to evaluate the management of Civil Construction Waste (RCC), in order that the data serve to serve subsidies for the preparation of management plans, both for builders and professionals in the area and the for municipality itself. The methodology adopted was based on frequent visits to the construction sites, where the waste generated at each step monitored was quantified by sampling, being extrapolated to the total work, and finally, related to the building area. The published result for the generation rate of the studied RCC was 18.31 kg/m². 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 children legislation, which makes it difficult to reduce generation and the final destination environmentally appropriate.

Key words: Construction Waste. Quantification. Management.

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN, CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE JOAÇABA/SC

Resumen: La industria de la construcción es un potencial generador de residuos, y esta generación es cada vez más preocupante, debido a los impactos ambientales negativos que provocan estos residuos. En consecuencia, el objetivo de este trabajo es clasificar y cuantificar los residuos sólidos generados en obras de viviendas unifamiliares en el municipio de Joaçaba/SC, así como evaluar la gestión de Residuos de Construcción Civil (RCC), para que los datos puedan servir subvenciones para el desarrollo de planes de gestión, tanto para empresas constructoras y profesionales de la zona como para el propio municipio. La metodología adoptada se basó en visitas frecuentes a los sitios de construcción, donde se cuantificó por muestreo los residuos generados en cada paso seguido, extrapolando a la cantidad total de cada servicio en la obra total, y finalmente, relacionado con el área construida. El resultado obtenido para la tasa de generación del RCC estudiado fue de 18,31 kg/m². Se constató que el 90% de los residuos generados son de Clase A y 10% Clase B. Además las obras no cuentan con la gestión de residuos que exige la legislación, lo que dificulta la reducción de la generación y el destino final ambientalmente adecuado.

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unoesc *Campus* de Joaçaba, e-mail: sandileia.r@unoesc.edu.br.

² Professora Mestre, Universidade do Oeste de Santa Catarina, e-mail: gislaine.luvizao@unoesc.edu.br.

³ Professora Mestre, Universidade do Oeste de Santa Catarina, e-mail: scheila.lockstein@unoesc.edu.br.

Palabras clave: Resíduos de la Construcción. Cuantificación. Administración.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um importante gerador de resíduos sólidos. O crescimento da economia brasileira, associado à políticas e ações de investimentos, têm impulsionado este setor no Brasil, o que trouxe consigo uma elevada preocupação e atenção com o problema e a gestão de resíduos no país¹.

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 financeiros².

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)³.

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 públicos³.

No município de Joaçaba/SC, conforme consta na Resolução nº 307⁴, 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).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para dar início à quantificação, contatou-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.

Foram selecionadas 8 residências unifamiliares com sistema de construção convencional, ou seja, estrutura em concreto armado e vedação com blocos cerâmicos, para a realização de 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. Na Tabela 1 são apresentados os serviços acompanhados nas respectivas obras.

Tabela 1: Serviços acompanhados em cada obra

OBRA	SERVIÇO
Obra A	Forma Alvenaria
Obra B	Revestimento argamassado
Obra C	Revestimento argamassado
Obra D	Revestimento argamassado
Obra E	Alvenaria e Revestimento argamassado
Obra F	Alvenaria
Obra G	Forma
Obra H	Alvenaria

Fonte: Os autores (2020).

A metodologia consistiu basicamente na medição da área das amostras de cada serviço e, conseqüentemente, na pesagem dos resíduos gerados, com preenchimento de um *check-list* e registros fotográficos.

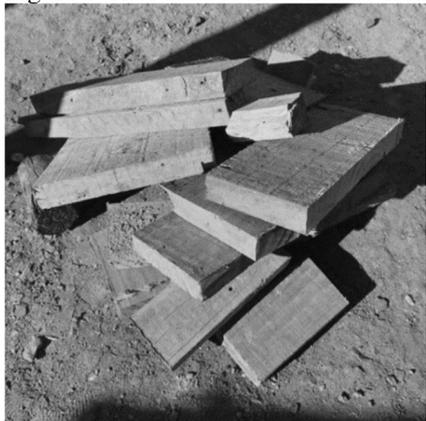
Para medir as amostras e resíduos gerados, utilizou-se trena metálica e uma balança digital com capacidade para até 50 kg. Além destes materiais, foram utilizadas lonas, bem como sacolas plásticas para acondicionar os resíduos para a pesagem.

2.1.1 Quantificação de formas

A metodologia de quantificação deste serviço atribuiu-se a formas de madeira serrada, tipo *Pinnus Eliotti*, de 2ª categoria. A aplicação dos procedimentos de coleta e aferição das amostras *in loco*, teve a seguinte seqüência:

- a) Caracterização visual da madeira no recebimento;
- b) Quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra do serviço;
- c) Quantificação da amostra do serviço executado;
- d) Quantificação do material desperdiçado na desforma da amostra;
- e) 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, em quilogramas (FIG. 1 e 2).

Figura 1: Resíduos de madeira das formas



Fonte: Os autores (2019).

Figura 2: Pesagem dos resíduos de madeira



Fonte: Os autores (2019).

As quantidades de materiais foram aferidas no projeto estrutural, obtendo-se a área total das formas em m^2 . 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^2 . Na quantificação em projeto, obteve-se a quantidade total do serviço forma em m^2 . Aplicando regra de três, determinou-se o peso total de resíduos de madeira para o projeto, em kg.

2.1.2 Quantificação da alvenaria

Para este serviço, quantificaram-se três amostragens tanto de bloco cerâmico, quanto de argamassa de assentamento, de duas situações distintas:

- a) Paredes com aberturas (portas, janelas);
- b) Paredes sem aberturas.

3.2.2.1 Blocos cerâmicos

A quantificação dos resíduos referentes aos blocos cerâmicos possui as seguintes etapas:

- a) Caracterização do processo executivo:
 - Identificação da posição de assentamento do bloco cerâmico e identificação das juntas de assentamento;
 - Verificação das dimensões do bloco cerâmico utilizado.
- b) Caracterização visual dos blocos cerâmicos no recebimento;
- c) Quantificação do material desperdiçados por quebra durante o transporte para execução da amostra;
- d) Quantificação do material desperdiçado durante a execução da amostra;
- e) Quantificação da amostra de serviço executada;

- f) 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 (FIG. 3).

Figura 3: Resíduos de blocos cerâmicos



Fonte: Os autores (2020).

A geração de resíduos foi obtida na medição em kg, para uma amostra aferida em m², e na quantificação em projeto o serviço alvenaria foi obtido em m², aplicando regra de três, determinou-se a geração total de resíduos de bloco cerâmico em kg.

3.2.2.2 Argamassa de assentamento

A metodologia de quantificação dos resíduos referentes à argamassa de assentamento possuiu as seguintes etapas:

- a) Caracterização do processo executivo:
 - Identificação da posição de assentamento do bloco cerâmico e identificação das juntas de assentamento;
 - Aferição da espessura média das juntas de assentamento;
 - Verificação das dimensões do bloco cerâmico utilizado.
- b) Quantificação de material desperdiçado durante o transporte para execução da amostra do serviço;
- c) Quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra do serviço;
- d) Quantificação da amostra do serviço executado em m²;
- e) Quantificação de material que permanece no local onde foi transportado/acondicionado, após conclusão do serviço;

- f) Determinação da geração de resíduo da amostra: consistiu na soma dos pesos obtidos nas etapas anteriores (FIG. 4).

Figura 4: Resíduos de argamassa sobre a tábua



Fonte: Os autores (2020).

Na argamassa de assentamento foi determinada a geração de resíduo da amostra em kg, para uma amostra de alvenaria executada em m^2 , e na quantificação em projeto o serviço alvenaria foi obtido em m^2 , aplicando-se regra de três, determina-se a geração total de resíduos de argamassa de assentamento em kg para o projeto.

2.1.3 Quantificação de revestimento argamassado

Para este serviço, quantificaram-se três amostragens de duas situações distintas:

- a) Paredes com aberturas (portas e janelas);
- b) Paredes sem aberturas.

Os procedimentos aplicados foram os seguintes:

- a) Quantificação de material desperdiçado durante o transporte para execução da amostra do serviço;
- b) Quantificação de material desperdiçado durante a execução da amostra do serviço;
- c) Quantificação da amostra do serviço executado;
- d) Quantificação de material que permanece no local onde foi transportado/acondicionado, após a conclusão do serviço;
- e) Determinação da geração de resíduo da amostra: a geração de resíduos foi aferida com a soma dos dados obtidos nas etapas anteriores.

Na coleta *in loco* (FIG. 5), identificou-se a geração de resíduo da amostra, em kg, para uma amostra de serviço executada em m^2 , na quantificação em projeto, das paredes a serem revestidas

com emboço camada única, o resultado também é em m², empregando regra de três, definiu-se a quantidade total de resíduo de argamassa em kg.

Fotografia 1: Resíduos de argamassa sobre a lona



Fonte: Os autores (2020).

2.1.3.1. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS E CÁLCULO DA TAXA MÉDIA DE GERAÇÃO

Os resíduos foram classificados de maneira visual, conforme a Resolução n° 307⁴, alterada pelas Resoluções n° 348⁵ e 431⁶.

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/m² 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/m².

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

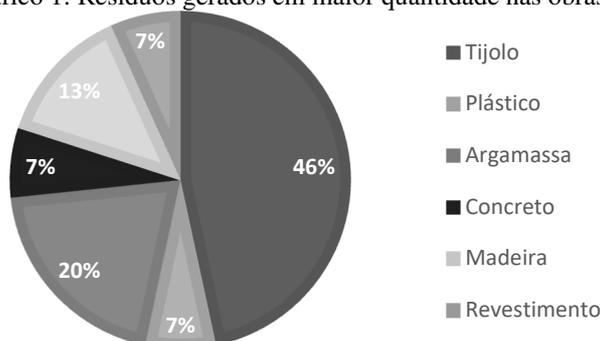
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS CONSTRUTORAS E PROFISSIONAIS LIBERAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme o questionário aplicado em 7 empresas do ramo de construção civil, sendo 5 construtoras e 2 escritórios de engenharia, que também executam obras, localizados no município

de Joaçaba/SC, verificou-se que, das 7 empresas entrevistadas, 2 delas trabalham apenas com obras de residências unifamiliares, 4 trabalham com edifícios mistos (residencial multifamiliar/comercial) e 1 empresa trabalha apenas com obras comerciais e industriais.

O Gráfico 1 apresenta os tipos de resíduos gerados em maior quantidade em obras de construção civil, segundo os profissionais entrevistados.

Gráfico 1: Resíduos gerados em maior quantidade nas obras

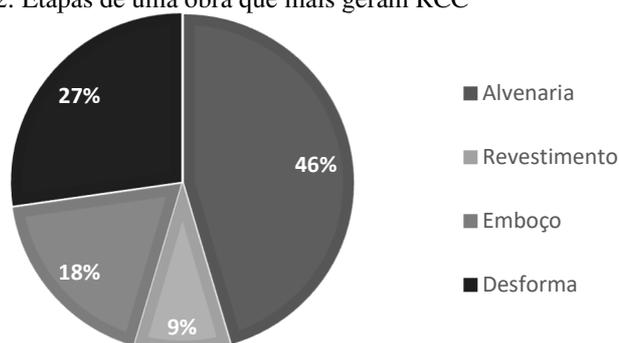


Fonte: Os autores (2020).

O tijolo foi o material considerado pelos entrevistados como o que mais gera resíduos em obra. Em segundo e terceiro plano, tem-se a argamassa e a madeira, respectivamente. Em menor quantidade, são gerados resíduos como o plástico, concreto e revestimento, como cerâmica, por exemplo.

Tratando-se das etapas de uma obra, que geram mais resíduos, o Gráfico 2 aponta os resultados.

Gráfico 2: Etapas de uma obra que mais geram RCC



Fonte: Os autores (2020).

A alvenaria se sobressai como a etapa que mais gera RCC, concordando com os resíduos gerados em maior quantidade que foram tijolo, argamassa e madeira. Quanto às práticas para a minimização da geração de resíduos, 71% das empresas entrevistadas realizam alguma prática que contribua com a diminuição da geração RCC nas obras, como por exemplo capacitação da mão de

obra, utilização de escoramento metálico e de concreto usinado. Apenas duas empresas afirmaram não realizar nenhuma prática para reduzir a geração de RCC em suas obras.

Em relação ao monitoramento da geração de RCC, 6 das empresas entrevistadas afirmaram que fiscalizam as obras nesse quesito, sempre buscando orientar os funcionários, pois apontam que é a forma mais eficaz para reduzir a geração.

Aproximadamente 70% das empresas entrevistadas apontam realizar a separação dos resíduos no canteiro de obras. Muitas vezes os mesmos são acondicionados em caixas coletoras estacionárias, coletadas semanalmente pelo tele entulho contratado. Duas empresas relataram não realizar a separação dos RCC, que são recolhidos pelo tele entulho todos os tipos misturados na mesma caixa coletora.

Todas as 7 empresas entrevistadas afirmaram que reaproveitam, na medida do possível, alguns resíduos como restos de tijolos, concreto, argamassa e madeira. Os tijolos e o concreto são utilizados em aterramentos e acessos sem função estrutural, a argamassa do emboço, na maioria das vezes é coletada e dosada novamente para ser reutilizada e a madeira das formas é reutilizada na mesma função de duas a três vezes.

Tratando-se do descarte destes resíduos, seis das empresas entrevistadas contam com a contratação de tele entulho, sendo que são aproximadamente cinco empresas que prestam este tipo de serviço no município de Joaçaba/SC. Uma empresa apenas informou o descarte dos RCC em aterro próprio, já que conta ainda com serviço de demolição.

Uma empresa apenas afirmou possuir PGRCC, sendo que o plano, que possui como finalidade principal destinar corretamente os resíduos gerados pelas operações das empresas é obrigatório à todos os estabelecimentos de construção civil, conforme vigência da PNRS amparada pela Lei Federal nº 12.305⁷.

As demais empresas afirmaram reconhecer a obrigação quanto à elaboração e execução do plano, porém, não possuem PGRCC.

3.2 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Conforme o questionário sobre RCC aplicado, as etapas de uma obra que mais geram resíduos são, forma (incluindo desforma), alvenaria e emboço camada única.

3.2.1 Formas

Em todas as obras que ocorreu o acompanhamento do serviço de formas, foram utilizadas madeiras tipo *Pinus Eliotti*, sendo que na maioria dos casos as madeiras foram reaproveitadas de outras obras. A Tabela 2 apresenta a quantificação dos resíduos de madeira gerados na execução do serviço de formas de pilares, bem como a extrapolação dos dados aferidos *in loco* para o restante da obra, através das quantificações em projeto.

Tabela 2: Resíduos de formas para pilares

Dados	OBRA A		OBRA G
	Pilar 1	Pilar 2	Pilar 3
Quantificação dos resíduos			
Material desperdiçado durante a execução da amostra (kg)	0,042	12,78	0,32
Material desperdiçado na desforma (kg)	0	5,12	0
Amostra (m ²)	1,739	4,266	3,3
Desperdício (kg)	0,042	17,9	0,32
Relação desperdício/amostra (kg/kg)	0,017	0,29	0,069
Correlação de dados para o total da obra			
Área total deste serviço (m ²)	93,30	93,30	91,7
Desperdício total (kg)	2,25	391,48	9,05
Área de piso da obra (m ²)	129,78	129,78	228,23
TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	0,017	3,02	0,04
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		1,026	

Fonte: Os autores (2020).

É possível notar uma grande diferença na geração do pilar 2 comparado aos pilares 1 e 3. O pilar 1 localizava-se no primeiro pavimento e para executar sua forma utilizou-se madeira reaproveitada de outras formas de vigas.

O pilar 2 localizava-se no segundo e último pavimento e foi o pilar que mais gerou resíduos, possivelmente devido ao fato de possuir dimensões maiores do que os demais, havendo a necessidade de cortes nas peças de madeira que já haviam sido utilizadas e encontravam-se danificadas. Como a forma para esse pilar constituiu-se de vários pedaços de madeira, a desforma teve um desperdício maior, já que as madeiras não seriam mais reutilizadas.

O pilar 3 também localizava-se no último pavimento, porém em obra diferente dos pilares 1 e 2. Nesta obra utilizava-se prego cabeça dupla, o que facilita a desforma e não danifica a madeira, que foi reutilizada dos pavimentos inferiores.

A partir dessas três amostras coletadas para pilares é possível concluir que, se forem seguidas as recomendações bibliográficas durante a execução das formas, principalmente no que diz respeito a utilização de prego cabeça dupla e desmoldante, e se mantidas as dimensões dos pilares constantes ao longo dos pavimentos, é possível alcançar uma redução de 98% no desperdício da madeira, comparando as amostras dos pilares 1 e 3 com o pilar 2.

A Tabela 3 apresenta as quantificações dos resíduos gerados no serviço de formas de vigas e a correlação dos dados para o total da obra.

Tabela 3: Resíduos de formas para vigas

Dados	OBRA A		OBRA G
	Viga 1	Viga 2	Viga 3
Quantificação dos resíduos			
Material desperdiçado durante a execução da amostra (kg)	0,175	1,088	3,867
Material desperdiçado na desforma (kg)	0	0,351	0
Amostra (m ²)	3,13	1,584	2,41
Desperdício (kg)	0,175	1,439	3,867
Relação desperdício/amostra (kg/kg)	0,004	0,06	0,115
Correlação de dados para o total da obra			
Área total deste serviço (m ²)	151,21	151,21	211,89
Desperdício total (kg)	8,45	137,37	339,99
Área de piso da obra (m ²)	129,78	129,78	228,23
TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	0,065	1,06	1,49
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		0,87	

Fonte: Os autores (2020).

Para as vigas, afirma-se que a diferença mais significativa está relacionada à utilização de madeira nova ou de reaproveitamento e ao método executivo. Ao comparar as amostras da obra A, a diferença notada deve-se ao fato da viga 1 ter utilizado madeira nova para a confecção da forma, gerando pouco resíduo, 94% menos resíduo se comparado com a segunda amostra da mesma obra. Além disso, a viga 1 tratava-se do baldrame, porém não estava em contato com o solo, tendo somente a sua lateral externa desformada sem danificar a peça.

A viga 2 suportava a segunda laje e a madeira da forma foi de reuso, havendo a necessidade de recortes para se adequar as dimensões da peça. Na desforma dessa amostra, houve resíduos devido à danificação das gravatas colocadas nas faces da viga.

Em relação à viga 3, esta estava localizada no pavimento superior suportando a segunda laje da edificação, a madeira empregada para a fabricação das formas era de primeiro uso e o resíduo coletado diz respeito a sobra de madeira no corte das gravatas, já que a forma desta viga possuía mais gravatas do que as outras amostras.

Comparando os métodos construtivos das formas das vigas, na obra A os painéis das formas foram montados nos locais em que seriam colocados, enquanto na obra G os painéis foram montados na carpintaria conforme as dimensões de projeto e foram levados para dentro da obra apenas para serem fixados no elemento. Não foi possível concluir que estes métodos interferiram na geração de resíduos, sendo que a maior contribuição notou-se quanto à utilização de madeira reaproveitada e a sobra proveniente das gravatas. A qualidade da madeira também não teve influência na geração de resíduos, sendo que todas as obras utilizavam madeira de segunda categoria.

Por fim, a taxa obtida para formas foi de 1,90 kg/m², sendo 1,026 kg/m² relacionado aos pilares e 0,87 kg/m² a taxa gerada para as vigas.

3.2.2 Alvenaria

Para a execução da alvenaria os tijolos estavam acondicionados em *pallets*, sem a existência de meio bloco, e foram assentados à cutelo. Em todas as obras verificou-se a existência de juntas de assentamento horizontais e verticais, bem como a utilização de tijolos de 6 furos, em algumas obras, e de 9 furos, em outras.

Verificou-se que a argamassa de assentamento foi gerada em maior quantidade, bem como nas amostras com abertura, a geração foi maior, tanto para blocos cerâmicos quanto para argamassa. As Tabelas 4 e 5 apresentam as quantificações dos resíduos de blocos cerâmicos em paredes sem abertura e com abertura, respectivamente.

Tabela 4: Resíduos de blocos cerâmicos amostra sem abertura

Dados	OBRA F	OBRA E	OBRA H
Quantificação dos resíduos			
Material desperdiçado durante a execução da amostra (kg)	5,17	1,214	0,02
Amostra (m ²)	7,69	3,612	1,92
Relação desperdício/área (kg/m ²)	0,6723	0,336	0,01
Correlação de dados para o total da obra			
Área de alvenaria da obra (m ²)	162,27	136,82	149,98
Desperdício total (kg)	109,09	45,99	1,562
Área de piso da obra (m ²)	190,48	164,5	192,55
TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	0,57	0,28	0,008
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		0,29	

Fonte: Os autores (2020).

Tabela 5: Resíduos de blocos cerâmicos amostra com abertura

Dados	OBRA A	OBRA F	
Quantificação dos resíduos			
Material desperdiçado durante a execução da amostra (kg)	3,385	0	0
Amostra (m ²)	2,001	3,645	3,645
Relação desperdício/área (kg/m ²)	1,692	0	0
Correlação de dados para o total da obra			
Área de alvenaria da obra (m ²)	128,75	162,27	162,27
Desperdício total (kg)	217,80	0	0
Área de piso da obra (m ²)	129,78	190,48	190,48
TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	1,678	0	0
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		0,56	

Fonte: Os autores (2020).

Para as amostras sem aberturas, a diferença na geração de resíduos está relacionada ao tipo do bloco utilizado e ao método utilizado para realizar os recortes destes, sendo que na Obra E foi

utilizado bloco cerâmico com 6 furos e executou-se os recortes com auxílio da serra circular e talhadeira, fazendo com que o material se quebrasse devido a sua fragilidade.

Na obra H foram utilizados blocos cerâmicos de 9 furos e para a realização dos recortes empregou-se serra circular e enxada. Neste caso os blocos não se quebraram durante o recorte, o que torna a utilização de enxada mais eficiente do que talhadeira para este serviço. Já na obra F, os cortes nos blocos cerâmicos também foram realizados com serra circular, não havendo resíduos na execução das amostras com abertura. Na amostra sem abertura os resíduos referem-se a tijolos quebrados, na parede já executada, para a execução de um andaime de madeira.

Verifica-se então que, a taxa média obtida para resíduos de bloco cerâmico em superfícies com abertura foi de 0,56 kg/m², enquanto para superfícies sem abertura foi de 0,29 kg/m². A elaboração de um projeto de paginação dos blocos, principalmente em superfícies com abertura, bem como a compra de meio tijolo e o emprego de técnicas adequadas quando necessário cortar o bloco, são fatores que contribuem para que a taxa de geração deste resíduo diminua.

As Tabelas 6 e 7 apresentam as quantificações dos resíduos de argamassa de assentamento, em amostras sem abertura e com abertura, respectivamente.

Tabela 6: Resíduos de argamassa de assentamento amostra sem abertura

Dados	OBRA E	OBRA F	OBRA H
Quantificação dos resíduos			
Material desperdiçado durante transporte (kg)	0	0	0
Material desperdiçado durante execução da amostra (kg)	1,015	7,12	0,312
Material acondicionado (kg)	1,543	0	0,71
Amostra (m ²)	3,612	7,29	1,92
Desperdício (kg)	2,558	7,12	1,022
Relação desperdício/amostra (kg/m ²)	0,71	0,98	0,53
Correlação de dados para o total da obra			
Área de alvenaria da obra (m ²)	136,82	162,27	149,98
Desperdício total (kg)	96,89	158,48	79,83
Área de piso da obra (m ²)	164,5	190,48	192,55
TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	0,59	0,83	0,41
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		0,61	

Fonte: Os autores (2020).

Tabela 7: Resíduos de argamassa de assentamento amostra com abertura

Dados	OBRA A	OBRA F
Quantificação dos resíduos		
Material desperdiçado durante transporte (kg)	0,234	0
Material desperdiçado durante execução da amostra (kg)	0,414	6,17
Material acondicionado (kg)	1,025	0
Amostra (m ²)	2,001	3,64
Desperdício (kg)	1,673	6,17
Relação desperdício/amostra (kg/m ²)	0,84	1,69
Correlação de dados para o total da obra		
Área de alvenaria da obra (m ²)	128,75	162,27

Desperdício total (kg)	107,64	275,05	279,29
Área de piso da obra (m ²)	129,78	190,48	190,48
TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	0,83	1,44	1,47
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		1,25	

Fonte: Os autores (2020).

Nota-se que a geração de resíduos de argamassa de assentamento em paredes com abertura é aproximadamente o dobro maior do que a geração do mesmo resíduo na execução de paredes sem abertura.

Na obra A houve desperdício de argamassa durante o transporte, e ainda, os profissionais dessa obra colocavam argamassa em excesso nas juntas horizontais que durante o assentamento dos blocos cerâmicos acabaram caindo sobre a lona. No que diz respeito às tecnologias construtivas utilizadas, somente na obra A utilizou-se de argamassa usinada, sendo as demais rodadas *in loco*. Nesta obra, e também na obra E, coletaram-se os resíduos que ficaram no carrinho de mão, tratando-se dos resíduos no local de acondicionamento.

Para a obra H, que também teve a argamassa rodada *in loco*, a coleta dos resíduos no local de acondicionamento foi possível apenas no carrinho de mão. Na obra F, não foi possível quantificar a argamassa do carrinho de mão ou da betoneira, pois havia mais paredes sendo executadas utilizando o mesmo material. A geração de resíduos durante a execução da amostra pode ser justificado pelo fato de que foi um dia chuvoso e o bloco cerâmico estava úmido, desfavorecendo a aderência da argamassa que frequentemente caía sobre a lona. A taxa média de geração de resíduos de argamassa de assentamento trata-se de 0,61 kg/m² para paredes sem abertura e 1,25 kg/m² para paredes com abertura.

3.2.3 Revestimento argamassado

As quantificações dos resíduos de argamassa de assentamento para paredes sem abertura e para paredes com abertura são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Tabela 8: Resíduos de argamassa de revestimento amostra sem abertura

Dados	OBRA D		OBRA E
Quantificação dos resíduos			
Material desperdiçado durante transporte (kg)	0	0	0
Material desperdiçado durante execução da amostra (kg)	9,0	27,64	25,262
Material acondicionado (kg)	0	0	3,67
Amostra (m ²)	8,10	7,56	2,47
Desperdício (kg)	9,0	27,64	28,932
Correlação de dados para o total da obra			
Área total deste serviço (m ²)	258,44	258,44	343,03
Desperdício total (kg)	287,15	944,88	4018,03
Área de piso da obra (m ²)	173,60	173,60	164,5

TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	1,65	5,44	24,42
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		10,50	

Fonte: Os autores (2020).

Tabela 9: Resíduos de argamassa de revestimento amostra com abertura

Dados	OBRA B		OBRA C
Quantificação dos resíduos			
Material desperdiçado durante transporte (kg)	0,162	0,245	0,198
Material desperdiçado durante execução da amostra (kg)	2,63	5,69	51,3
Material acondicionado (kg)	0	0	1,019
Amostra (m ²)	5,25	5,80	7,8
Desperdício (kg)	2,792	5,935	52,319
Correlação de dados para o total da obra			
Área total deste serviço (m ²)	772,09	772,09	121,85
Desperdício total (kg)	410,60	790,06	820,41
Área de piso da obra (m ²)	382,76	382,76	126,53
TAXA RCC POR AMOSTRA (kg/m ²)	1,07	2,06	6,48
TAXA MÉDIA RCC (kg/m²)		3,20	

Fonte: Os autores (2020).

Durante a quantificação deste resíduo, a maior diferença notada diz respeito ao período do dia em que a amostra foi executada. Tanto para superfícies sem abertura, quanto para superfícies com abertura, as amostras que foram executadas logo no início do turno, seja pela manhã, ou após o meio dia, tiveram menor geração de resíduos, como na amostra 1 da obra D e nas amostras da obra B, uma vez que estes, que caíam sobre a lona foram coletados pelo profissional e reutilizados em outros serviços.

No entanto, foi possível verificar que quando as amostras foram executadas um pouco antes do final do expediente, todo o material argamassado que caía sobre a lona foi quantificado como resíduo, pois seria descartado, como é o caso das amostras da obra D, obra E e obra C.

Verificou-se ainda que, a diferença na geração de resíduos de emboço entre a obra C e a Obra E está relacionada à mão de obra, uma vez que o profissional da Obra C aguardou o ponto de sarrafeamento da argamassa antes desta ser regularizada, enquanto que o tempo esperado pelo profissional da obra E foi inferior, fazendo com que mais material se desprendesse da parede e necessitasse de um novo lançamento de argamassa em alguns pontos, aumentando a taxa de resíduo gerado por essa amostra.

Nota-se então que, se respeitado o tempo para o sarrafeamento da argamassa conforme recomenda as bibliografias antes de fazer a regularização da superfície revestida, é possível alcançar uma redução de aproximadamente 80% na geração desses resíduos.

Nas obras analisadas, foram executadas apenas taliscas antes da superfície ser revestida. Acredita-se que, se executada as mestras conforme recomendado por normas e bibliografias, a

geração de resíduo pode ser reduzida uma vez que, as mestras servirão como base para garantir a espessura do revestimento, evitando o lançamento de material em excesso.

3.3 CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS FORMAS DE GERAÇÃO, COLETA, TRATAMENTO, ARMAZENAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RCC

Verificou-se que os resíduos gerados nas obras de residências unifamiliares no município de Joaçaba/SC tratam-se, em sua maioria de resíduos de Classe A e B. Foram identificados solos, provenientes da terraplenagem, tijolos, blocos, concreto e argamassa, bem como plásticos, papelão e madeira. Os resíduos classificados são apenas os gerados nas etapas em que a obra se encontrava no momento da visita.

Observou-se que fatores como a falta de conscientização, tanto por parte do gerador, quanto dos seus funcionários e a má qualificação da mão de obra, são os que mais influenciaram na geração de resíduos. Ademais, muitos dos resíduos foram gerados devido ao emprego de técnicas diferentes do que as bibliografias recomendam na execução dos serviços.

Não existe um armazenamento adequado dos resíduos gerados nas obras, 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.

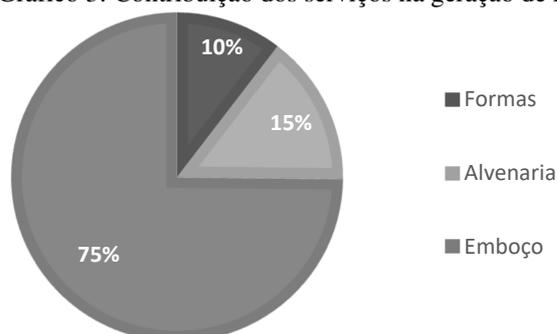
No município não existe um sistema de coleta próprio para RCC, uma vez que a destinação final deste tipo de resíduo é de responsabilidade de cada gerador. Porém, existem aproximadamente 5 empresas de tele entulho que são contratadas pelos geradores para realizar a coleta e a destinação final dos resíduos.

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 Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Joaçaba/SC, 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, e a empresa chega a coletar aproximadamente 100 caixas de resíduos, com capacidade de 5 m³, por mês.

A taxa de geração de RCC para residências unifamiliares no município de Joaçaba/SC, para os resíduos quantificados, trata-se de 18,31 kg/m². O Gráfico 3 apresenta o percentual de contribuição de cada um dos três resíduos estudados, para com esta taxa.

Gráfico 3: Contribuição dos serviços na geração de RCC



Fonte: Os autores (2020).

Nota-se que 75% da taxa de RCC é composta por resíduo de emboço, tratando-se de 13,70 kg/m², seguido dos resíduos de alvenaria, com 2,71 kg/m², e os resíduos de formas, que referem-se a 1,90 kg/m², diferente da resposta obtida através do questionário aplicado, onde a maioria citou tijolo como o resíduo mais gerado. Possivelmente pelo fato de que o tijolo é um resíduo mais volumoso do que a argamassa, aparentando, muitas vezes, maior quantidade.

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.

4 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 nº 307⁴.

Concluiu-se ainda que, a taxa média de geração dos resíduos quantificados é igual a 18,31 kg/m² sendo que o resíduo gerado em maior quantidade foi a argamassa de revestimento, indicando 13,70 kg/m². 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NAGALLI, André. **Quantitative Method for Estimating Construction Waste Generation**. The Electronic Journal of Geotechnical Engineering. 2012.
2. NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.
4. 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>. Acesso em: 25 abr. 2020.
5. _____. Resolução n. 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução n. 307, de 05 de julho de 2007, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de ago. de 2004. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: 25 abr. 2020.
6. _____. Resolução n. 431, de 24 de maio de 2011. Altera a Resolução n. 307, de 05 de julho de 2007, estabelecendo nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de mai. de 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 25 abr. 2020.
7. BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 ago. 2010.