

## **Classificação e quantificação dos resíduos provenientes da construção de uma residência unifamiliar**

### **Classification and quantification of waste from construction of a single-family residence**

DOI:10.34117/bjdv8n3-432

Recebimento dos originais: 27/01/2022

Aceitação para publicação: 25/02/2022

#### **Talita Seifert Wichinheski**

Graduanda do Curso de Bacharelado

Instituição: Engenharia Civil do Centro Universitário Estácio da Amazônia

E-mail: talitaseifertec@gmail.com

#### **Francilene Cardoso Alves Fortes**

Prof. Orientadora Dra. Agronomia Irrigação e Drenagem

Instituição: Unesp/SP do Centro

E-mail: francilene.fortes@estacio.br

#### **RESUMO**

A construção civil é uma das principais geradoras de resíduos, devido ao alto nível de perdas da atividade. Os problemas causados pelos resíduos de construção civil ocasionaram no estudo da classificação, quantificação e alternativas de reutilização dos materiais oriundos da construção de uma residência unifamiliar. Realizou-se o levantamento e classificação dos resíduos gerados, conforme a Resolução nº 307 do CONAMA. Posteriormente sucedeu-se a separação e pesagem dos mesmos. Por fim, buscando minimizar os custos e impactos ambientais causados pela construção da residência, apresentou-se alternativas de reutilização dos resíduos. Concluiu-se que maior parte dos resíduos gerados pertencem a Classe A e B, podendo ser reutilizados ou reciclados.

**Palavras-chave:** resíduos da construção civil, residência unifamiliar, resolução CONAMA nº 307.

#### **ABSTRACT**

Construction is one of the main waste generators, due to the high level of activity losses. The problems caused by construction waste resulted in the study of the classification, quantification and alternatives of reuse of materials from the construction of a single family dwelling. The collection and classification of the generated wastes was carried out, according to Resolution 307 of CONAMA. Subsequently the separation and weighing of the same were succeeded. Finally, in order to minimize the costs and environmental impacts caused by the construction of the residence, alternatives of waste reuse were presented. It was concluded that most of the waste generated belongs to Class A and B and can be reused or recycled.

**Keywords:** construction waste, single family residence, CONAMA resolution no, 307.

## 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos de construção e demolição (RCD) são um problema que deve ser considerado no Estado de Roraima, cujo cenário merece destaque devido ao desperdício de materiais em obras de construção; a falta de processos de reaproveitamento e reciclagem de materiais; a obstrução de córregos e sistemas de esgotamento de águas; os descartes clandestinos em áreas de preservação ambiental; os aterros e reaterros de áreas de forma descontrolada e o comércio clandestino; sem o devido licenciamento ambiental.

Ao mesmo tempo em que é um dos setores que mais gera riqueza e postos de trabalho no Brasil, a construção civil é também uma das principais geradoras de resíduos, devido ao alto nível de perdas da atividade. No entanto, nem toda perda gera rejeitos (já que uma parte dela fica na obra), dados da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - Abrecon (2014), apontam que os resíduos chegam a representar 50% do material desperdiçado no segmento. Quantitativo que dá uma boa ideia da quantidade de materiais de construção descartados todos os dias nas obras civis.

De acordo com John (2001), a composição e quantidade dos resíduos de construção civil dependem das matérias-primas, técnicas e metodologias empregadas na construção civil, desse modo, a caracterização do resíduo está condicionada a parâmetros da região de origem e a variação ao longo do tempo. Neste sentido, os estudos literários aqui pesquisados, visam mostrar que o primeiro passo para o gerenciamento eficaz dos resíduos de construção e demolição - RCD é diagnosticar sua geração, identificando o volume total gerado e as suas principais propriedades e características.

A estimativa da quantidade gerada ao longo do tempo, considerando eventual sazonalidade, é de extrema importância na hora de gerir o processo e na reutilização e/ou reciclagem dos resíduos. Por isso, deve-se estimular a geração futura no processo de reciclagem, visto que este processo caminha em pequenos passos, devido à falta de incentivo as empresas de construções civis em Roraima.

Com um alto índice de resíduos desperdiçados, por não ser feita a reciclagem dos materiais adequadamente, torna-se cada vez mais importante à implementação de uma cultura de sustentabilidade, ou seja, gerando um ganho na compra das demais matérias primas necessárias, reduzindo os custos e otimizando resultados.

Ao analisar o cenário da construção civil em Boa Vista/RR, identificou-se a necessidade de minimizar o desperdício de materiais no decorrer da construção de edificações. Assim, traçou-se como objetivo classificar, quantificar e buscar alternativas

de reutilização dos resíduos oriundos da construção de uma residência unifamiliar, focando numa perspectiva que valoriza a integração das questões socioeconômicas e ambientais.

E os objetivos específicos propostos serão verificar a quantidade do volume total de resíduos gerados dentro de uma obra de construção de residência unifamiliar; realizar a classificação dos resíduos de acordo com as leis vigentes; e propor alternativas das sobras desses resíduos, para melhor reaproveitamento da empresa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DESPERDÍCIOS EM OBRAS CIVIS

De acordo com Ângulo (2005), no Brasil, estima-se um montante de 68,5 milhões de toneladas de resíduos de construção civil produzidos por ano. Sendo assim, empresas do ramo de construção, deve ser levada em consideração a gestão dos materiais dentro da obra. Esse quesito consiste na identificação, compra, distribuição e estoque dos materiais que serão utilizados na construção, e dessa maneira, garantir que eles estejam disponíveis quando solicitados e evitar imprevistos impossibilitem ou dificultem o fornecimento dos insumos (SZAJUBOK *et al.*, 2006).

Em estudo realizado por Mello (2001), no município de Ijuí, RS, em diferentes canteiros de obra, o autor se deparou com diferentes tipos de perdas, como por defeito de produtos, por processamento, por estoque, entre outros, que resultaram em desperdícios no processo produtivo. Após quantificação dos resultados, o autor acima encontrou 8,30% de perdas de tijolos maciços, 13,76% de blocos de vedação e 42,85% de argamassa. O valor encontrado para argamassa foi muito expressivo e pode ser reflexo da baixa qualidade dos blocos utilizados que apresentaram diversidade de tamanho e por isso o volume de argamassa utilizado para correção foi maior.

Ao avaliar o desempenho produtivo de 5 obras em Porto Alegre, Formoso *et al.* (2002) observaram perdas de 15,32 a 45,25% de tijolo maciço, de 40,38 a 152,10% de argamassa e perdas de cimento que variaram de 34,31 a 151,86%. Perez *et al.* (2010) dizem que os desperdícios são gastos ocorridos no processo produtivo e devem ser eliminados sem prejuízo da qualidade ou quantidade dos produtos gerados. E mediante há este contexto, materiais de carpintaria representaram 30% de um empreendimento estudado por Poon *et al.* (2004).

Desperdícios de materiais utilizados na fase de acabamento representaram 20%, concreto 13% e mal manuseio 10%. Desperdícios na ordem de 12,56% do total adquirido

em blocos de vedação de concreto também foram observados por Kague (2009), ao acompanhar a construção de duas torres habitacionais na cidade de São Paulo. As perdas foram decorrentes do processo de entrega, de manuseio dos operários para locomoção dos blocos dentro da obra e armazenamento inadequado.

Silva *et al.* (2011) da mesma forma, depararam-se com desperdícios de gesso devido à pouca capacitação da mão de obra para trabalhar com um material frágil, o que provocou o retrabalho para consertar os danos no momento do acabamento, como também houve gastos extras com novo material. Já Blumenschein (2007), em suas pesquisas encontrou 63% argamassas; 29% tijolos e blocos; 7% outros e 1% orgânicos.

É inevitável que não ocorram desperdícios em canteiros de obra, sendo assim este estudo buscou literaturas bem fundamentadas, visando reduzir custo para o sucesso em uma obra, principalmente porque a construção civil é um ramo que exige atenção na tomada e decisões, bem como a escolha de profissionais capacitados. Enfim com um gerenciamento eficiente, pode-se reduzir os gastos com desperdícios visando maior lucratividade.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS COM LEI VIGENTE

Diante disso, viu-se a necessidade de aprofundar na Resolução nº 307 de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que provocou transformações profundas na indústria da construção. Além de obrigar as construtoras a incorporarem sistemas de gestão dos resíduos em suas atividades, a lei tornou o descarte de materiais em aterros mais difícil, e assim aumentou o interesse pela reutilização das sobras resultantes de serviços de construção, reformas, demolições, remoção de vegetação e escavações.

A Resolução 307/2002 tem o objetivo de apresentar os meios de classificação dos resíduos gerados além de regulamentar as diretrizes, metas de redução, reciclagem e reutilização destes resíduos. Sendo assim, a classificação dos resíduos para tratamento adequado está prescrita no Art. 3º Incisos I, II, III e IV.

- I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais:
- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
  - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (RESOLUÇÃO nº 348/04).

É importante que as empresas conheçam os tipos de materiais que estão sendo desperdiçados em sua obra, pois sabe-se que os entulhos são jogados em caçambas e são levados para aterros e/ou lixão, sem nenhum destino correto, em algumas situações os resíduos são jogados em terrenos abandonados e até mesmo em calçadas.

Por isso, nota-se a extrema importância numa obra a organização sustentável, a qual trará diversos benefícios para as construtoras civis em Roraima, visando o retorno financeiro pelo reaproveitamento, reciclagem e redução de desperdício, além de preservação do meio ambiente.

### 2.3 RECICLAGEM E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

Diante disso, a destinação adequada dos resíduos é de extrema importância para a sustentabilidade na construção civil. A Resolução 307/2002 prescreve a destinação adequada destes resíduos no Art. 10º Incisos I, II, III e IV, as quais são:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Independentemente da utilização do resíduo reaproveitado, a opção pelo tratamento dos resíduos da construção civil acarreta benefícios econômico, social e ambiental. A substituição dos materiais convencionais pelo entulho resulta em economia na aquisição de matéria-prima. Com a reciclagem, há ainda a minimização da poluição causada pelos resíduos, que causa enchentes e o assoreamento de rios e córregos (ABRECON, 2014).

Segundo Zordan (2001) o resíduo ou a mistura podem então ser utilizados como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação, considerando-se as seguintes etapas: abertura e preparação da caixa (ou regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário) corte e/ou escarificação e destorroamento do solo local (para misturas), umedecimento ou secagem da camada, homogeneização e compactação.

O autor acima relata que o entulho processado pelas usinas de reciclagem (onde é britada em britadores de impacto) é utilizado como agregado no concreto, em substituição simultânea à areia e à brita convencionalmente utilizadas. A vantagem é a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas,, etc.), sem a separação de deles.

Segundo Morand (2016), aterramento, base e sub-base de pavimentação são alguns dos mais usuais procedimentos de reutilização dos RCC. O resíduo contaminado por outros ou contendo impurezas pode inviabilizar a sua reutilização primária, necessitando o desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a reciclagem destes resíduos.

Já Freitas (2018) relata que os processos para separação e beneficiamento dos RCD baseiam-se essencialmente em moagem (trituração) e peneiramento do RCD. Muitas das vezes um simples peneiramento do entulho permite separar um material passível de reutilização na obra, com características semelhantes a brita 1, pedrisco ou areia.

Segundo Sousa (2018) no site [conexaoboasnoticias](http://conexaoboasnoticias) a técnica em edificação Valéria Lima utilizou resíduos de concreto da obra e as transformou em agregado reciclado. Depois de beneficiado e aditivado para adquirir resistência, o material substituiu 50% da brita usada em parte das construções, com uma redução de 14% a cada m<sup>3</sup> desse tipo de concreto.

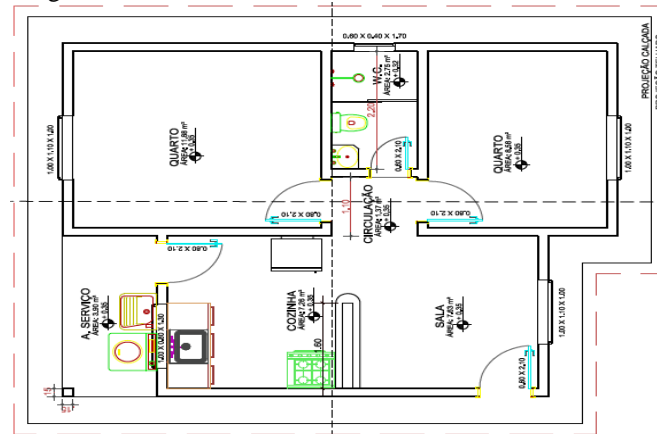
### **3 METODOLOGIA**

O estudo foi realizado em uma obra desenvolvida por uma microempresa da construção civil situada no município de Boa Vista/Roraima, visando desenvolver uma pesquisa aplicada, onde se espera que seus resultados sejam utilizados na prática pela empresa, buscando minimizar os impactos a ela causados agregando ao seu crescimento.

A pesquisa aplicada foi realizada por questões imediatas, de características práticas e busca soluções para problemas concretos (RAMOS, 2009). A referida pesquisa

foi realizada em uma residência de 50,13m<sup>2</sup> de área construída, conforme planta baixa representada pela Figura 1 a seguir:

Figura 1: Planta baixa da residência unifamiliar analisada.



Fonte: Empresa parceira na pesquisa (2019).

A pesquisa teve caráter bibliográfico, descritiva e quantitativa, onde a coleta de dados será por meio de visitas e observações participativa *in loco*, entrevistas aos funcionários da obra e registro fotográfico. Seguindo o trabalho, dividiu-se em 4 etapas posteriores: na primeira etapa, buscou-se realizar o levantamento dos resíduos gerados do início ao término da obra da residência unifamiliar, possibilitando a classificação destes através da Resolução nº 307 do CONAMA. Para a obtenção dos dados, realizou-se reuniões com os sócios-proprietários da empresa e visitas *in loco* na obra analisada.

Para verificar a quantidade do volume total de resíduos gerados dentro da construção de uma residência unifamiliar, realizou-se a segunda etapa, na qual foi quantificado os materiais resultantes. Para o desenvolvimento desta etapa, em primeiro momento ocorreu a separação dos materiais resultantes e em seguida realizou-se a pesagem deles.

Na terceira etapa, efetuou-se a apresentação de alternativas de reutilização dos resíduos aos sócios-proprietários, a fim de minimizar os custos e impactos ambientais causados pela construção da residência. Tal apresentação aconteceu no escritório da empresa, e almejou-se a possibilidade de direcionamento dos resíduos resultantes para construção de novas residências unifamiliares e/ou para outros locais conforme a empresa desejar. Opções que estão em estudo pelos sócios-proprietários para implementação em breve.

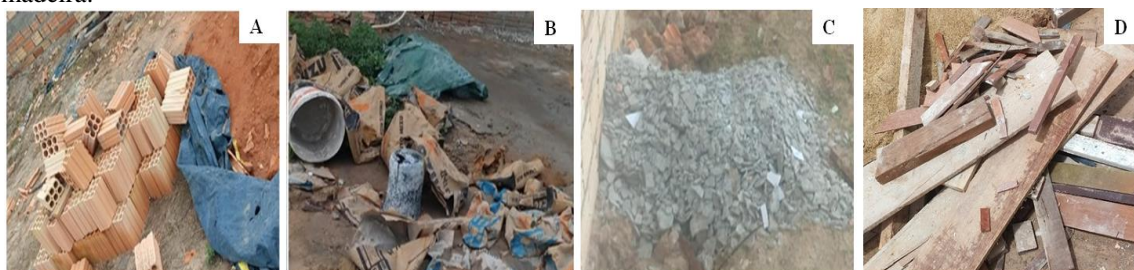
Por fim, foi aplicado um questionário à algumas empresas do ramo da construção civil de diversos portes, localizadas no município de Boa Vista/RR, com o intuito de

obter informações sobre o descarte final dos resíduos gerados durante a execução de obras sob responsabilidade destas.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em decorrência do número de resíduos sólidos gerados na obra estudada, Figura 2, e a fim de verificar a quantidade do volume total de resíduos gerados, para permitir que à empresa estabelecer controle e parâmetros da quantidade e tipo de resíduo gerado, realizou-se o levantamento e listagem deste, onde encontrou-se tijolos, sacos de cimento, material plástico, cerâmicas, madeiras, telhas, areia, barro, brita, cimento, metais, entre outros.

Figura 2: A - Tijolos; B - Sacos de cimento e galões plásticos; C - Resíduos de concreto; D – Resíduos de madeira.



Fonte: Autora (2019).

Os resultados obtidos neste estudo estão em consonância com Lucena (2005) constatou que mais encontrados foram tijolos, areias e argamassas (em torno de 80%). Numa menor proporção foram encontrados ainda restos de concreto (9%), pedras (6%), cerâmica (3%), gesso (2%) e madeira (1%). Ainda os resíduos de tijolo, argamassa e areia são os mais gerados, independentemente do tipo de obra considerada. No entanto, deve-se atentar para o minimizar dos desperdícios, pois segundo Fernandes *et al.* (2017) os custos extras com consumo de blocos e argamassa são comumente frequentes, podendo acarretar acréscimos de 18,5% e 106%, respectivamente, no orçamento inicial do projeto.

Um orçamento realizado de forma inadequada, sem a quantificação e qualificação dos materiais, pode prejudicar a execução de uma obra, dificultando o cumprimento de metas do empreendimento e com isso, afetando significativamente os custos de produção. Na Tabela 1 foram representadas as informações a respeito da classificação e caracterização dos resíduos listados acima.



Tabela 1 – Classificação e caracterização dos resíduos na área de estudo.

Resíduos	Massa (kg)	%	Classificação (Resolução n° 307 do CONAMA)
1 – Argamassa, finos de argamassa, concreto	302,4	26,09	A
2 – Cerâmica	286,2	24,70	A
3 – Madeira	128,6	11,10	B
4 - Metal, arames	3,8	0,33	B
5 - Papel, plástico e isopor, vidro	32,4	2,80	B
6 – Tijolo + Finos de Tijolos	154,2	13,31	A
7 – Gesso	15,7	1,35	B
8 – Pedras	88,8	7,66	A
9 - Terra Bruta	146,8	12,67	A
<b>Total</b>	<b>1158,9</b>	<b>100,00</b>	-

Fonte: Autora (2019).

Foi notória a variedade de resíduos, sendo que os resíduos de argamassa, finos de argamassa e concreto apresentaram maior representatividade, sendo 26,09% da massa total quantificada. Em seguida observou-se, com 24,70%, a presença dos resíduos de cerâmica. Por fim, os resíduos de tijolos e finos de tijolos foi composto por 13,31%. Se somados, totalizam 64,1% dos resíduos resultantes da construção da residência.

De acordo com o Careli (2019), 50% do volume de resíduos gerados se referem à alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos. De acordo com Rosa (2011, p. 91) 71% descarte de RCD se enquadra com um médio a grande potencial de reaproveitamento, principalmente cerâmica vermelha. E sua reutilização como: argamassas de revestimento, blocos de alvenaria, em substituição, ainda que pequena, do cimento e como agregado na pavimentação.

Segundo Redivo (2011, p. 39), são produzidos cerca de 100 milhões de peças de tijolos e telhas por mês nas indústrias da região de Morro da Fumaça e desse total 5% são descartados por defeito ou falhas no manuseio. Com este total de resíduos, o autor considera ser possível pavimentar 8 km de camada de sub-base com 20 cm de espessura por mês na região. Ressalta-se que não foi encontrado resíduos da Classe C e da Classe D.

A Tabela 2 demonstra o quantitativo total e as porcentagens correspondentes às classes dos resíduos oriundos da construção da residência, conforme a Resolução do CONAMA.

Tabela 2 – Classificação conforme a Resolução n° 307 do CONAMA dos resíduos resultantes da construção da residência analisada.

Classes de resíduos	Massa (kg)	%
Classe A	978,4	84,42
Classe B	180,5	15,58
<b>Total</b>	<b>1158,9</b>	<b>100</b>

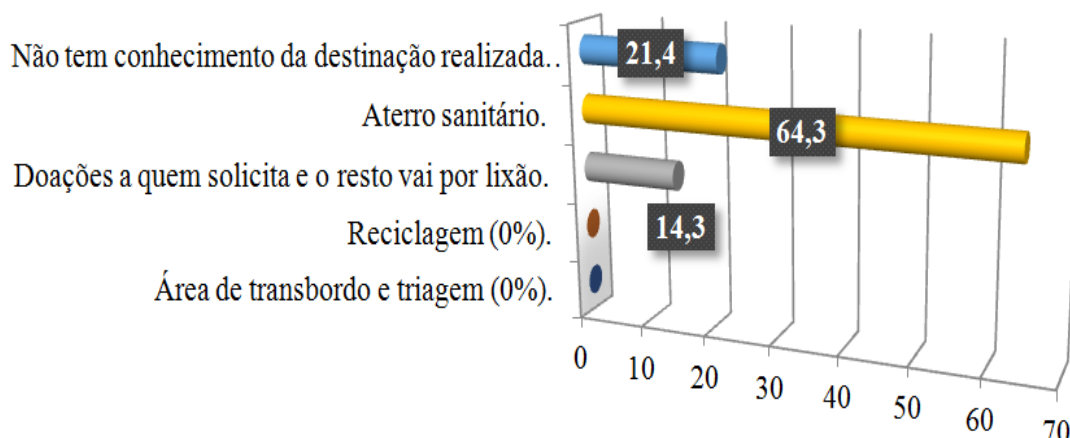
Fonte: Autora (2019).

Notou-se uma grande heterogeneidade de resíduos, sendo que os resíduos da Classe A apresentaram maior representatividade, sendo 84,42% da massa total quantificada. Em seguida observou-se, com 15,58%, a presença dos resíduos da Classe B resultantes da construção da residência. E de acordo com Rosa (2011, p. 91), salienta ainda que, o tipo de resíduo presente nas áreas de deposição de RCD, são o da classe A. Na pesquisa realizada por Bernardes *et al.* (2008), a classificação predominante ocorreu na Classe A, com percentual de 94,8%. Enquanto, Pinto (1999) encontrou para o município de São Carlos, SP, 99,3% de resíduos Classe A, estando em consonância com os dados obtidos nesta pesquisa.

Após a quantificação, classificação e sugestões de destinação dos resíduos, foram contactadas 25 empresas da construção civil no município de Boa Vista/RR, de diversos portes, onde 14 se dispuseram a responder o questionário proposto. O intuito das perguntas foi obter a real destinação dos resíduos resultantes das sobras nas obras do município, conforme os resultados obtidos no acompanhamento da obra analisada.

No Gráfico 1 observa-se que 64% das empresas depositam resíduos de argamassa, concreto, cerâmica, tijolo e pedras em aterro sanitário, enquanto o ideal seria seu depósito em área de transbordo e triagem, reciclagem, aterros de construção civil; 22% declara não ter conhecimento da destinação realizada pela empresa de coleta; e 14% acaba doando a requisitantes. Destaca-se que resíduos da Classe A podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos não-estruturais.

Gráfico 1 - Qual a destinação realizada pela empresa para os resíduos de argamassa, concreto, cerâmica, tijolo e pedras.

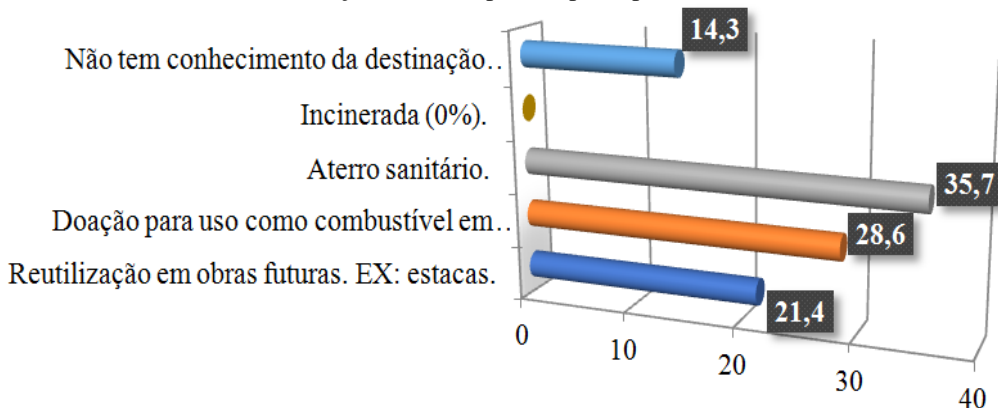


Fonte: Autora (2019).

Vieira (2017), afirma que o agregado que é produzido na britagem das sobras de concreto endurecido é conhecido como agregado reciclado e que está normalizado pela NBR 15116 para uso em concretos não estruturais, e pode ser empregado como sub-base de pavimento. Ele relata que fez um trabalho com a Universidade de São Paulo para uso em pavimento e, cada vez mais, o concreto reciclado é utilizado para a execução de elementos estruturais de 30 até 40 MPa, e que basta ter tecnologia. Já segundo *Spadotto et al. (2015)*, em pesquisa realizada na cidade de Xanxerê-SC, 40% das empresas participantes afirmam reutilizar argamassas e tijolos como base de aterro, enquanto o resíduo do reboco peneirado é reutilizado no contra piso.

Ao analisar o Gráfico 2, nota-se que novamente o aterro sanitário é o destino escolhido, pois 36% das empresas destinam os resíduos de madeira para o local, 29% doa para o uso como combustível em fornos ou caldeiras, 21% reutiliza os resíduos em obras futuras e por fim, 14% informa não ter conhecimento da destinação realizada pela empresa de coleta.

Gráfico 2: Qual a destinação realizada pela empresa para os resíduos de madeira.



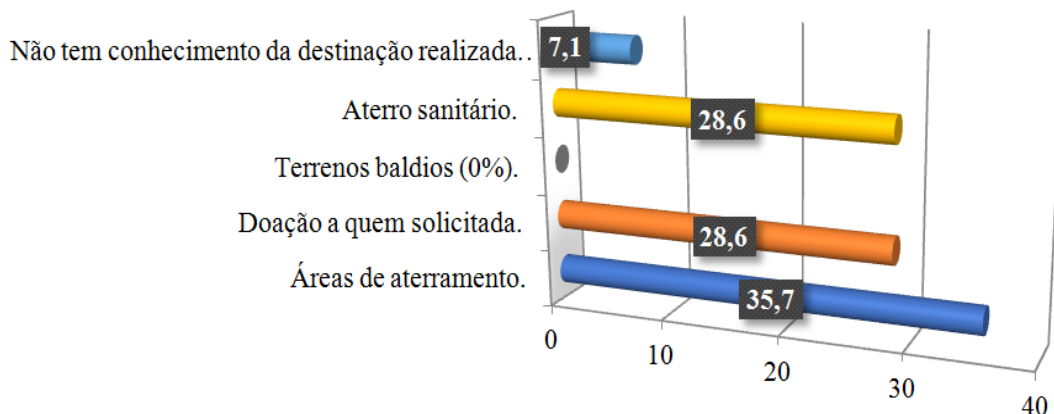
Fonte: Autora (2019).

Nos resultados encontrados neste estudo, sugere-se que os resíduos de madeira sejam reutilizados na confecção de estacas para uma próxima obra, o que acarretaria a redução de gastos futuros, ou até mesmo pode ser utilizado como combustível em fornos ou caldeiras. Isso está em concordância com *Spadotto et al. (2015)* em sua pesquisa afirma que a madeira é totalmente reutilizada, como forma ou escora, ou pedaços menores para queima da madeira.

Assim, sugere-se que os restos de madeira sejam reaproveitados na obra mesmo ou para futuras obras, ou podem ser encaminhadas para o setor industrial, usada na alimentação de fornos.

Ao analisar o Gráfico 3, observa-se que 36% das empresas destinam os resíduos de terra para áreas de aterramento, ou seja, maior parte das respondentes realizam a destinação sugerida. Ainda se observa que 29% deposita em aterro sanitário, 28% doa e 7% não possui conhecimento da destinação realizada pela empresa de coleta.

Gráfico 3: Qual a destinação realizada pela empresa para os resíduos de terra bruta.



Fonte: Autora (2019).

Sugere-se que os resíduos de terra bruta sejam utilizados, desde que não estejam contaminados, em áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil. Nesse contexto, a Sinduscon-SP (2012) declara que 5% das empresas participantes da sua pesquisa desenvolvida no estado de São Paulo, informaram que realizam a reutilização dos resíduos de terra bruta em suas obras.

#### 4.1 DESTINAÇÃO SUGERIDA AOS RESÍDUOS ENCONTRADOS NO LOCAL DE ESTUDO

Com base nas experiências estudadas, verificou-se que há benefícios econômicos e ambientais decorrentes da prática da reciclagem em canteiros de obras, do qual sugere-se incentivos fiscais para implantação de **usina de reciclagem** que realizam a triagem e o beneficiamento do material das construtoras roraimenses. Para que as empresas possam com os resíduos de Classe A (bloco cerâmico, piso cerâmico e restos de argamassa) fazer a reciclagem desses materiais e depois a destinação correta, para Áreas de Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil licenciados pelos órgãos competentes.

Estes resultados concordam com Freitas (2018) relata que em nosso país, embora seja conhecida a existência de usinas de reciclagem de RCD em São Paulo-SP, Belo Horizonte-MG, Londrina-PR, João Pessoa-PB e Petrolina-PE, pode-se considerar que ainda são modestas as iniciativas para o reaproveitamento desses materiais. E a instalação de unidades, devidamente incentivada pelos diferentes níveis governamentais, pode vir a se tornar uma excelente oportunidade de negócio.

Nakamura (2019), também relata instalar uma **unidade de separação e tratamento** no canteiro com equipamentos para moagem e separação granulométrica, é uma alternativa viável em obras de maior porte, com grande volume de resíduos e espaço disponível no canteiro. Bem como, **usina de reciclagem** com triagem e o beneficiamento do material das construtoras. Em obras de pavimentação, a compra de RCD diretamente de usinas é mais indicada, uma vez que esse tipo de aplicação demanda grandes volumes para aplicação.

Wada (2010, p. 29) observa que os RCDs em geral, sem passar por um processo de beneficiamento, vêm sendo utilizados em vários centros urbanos. A autora cita que na cidade de Belo Horizonte, MG, existe um aterro sanitário em que o resíduo da construção e demolição (sem passar por um processo de beneficiamento) tem sido utilizado como camada de cobertura diária, com acompanhamento e avaliação da compactação do material.

E buscando a amenização o descarte inadequado de resíduos se fez necessária a promoção de uma cultura de responsabilidade ambiental, a partir da reciclagem, reutilização e redução de resíduos, itens provenientes da conscientização da equipe e do planejamento na obra estudada. Mas o CONAMA criou co-responsabilidade entre a construtora e a empresa para remover o resíduo, e prevê multas, a serem definidas pelos municípios.

Por fim, os resultados obtidos neste estudo podem servir de orientação às empresas da construção civil na busca de novos métodos de utilização destes resíduos, tanto no reaproveitamento como na reciclagem. Por outro lado, seria muito importante incentivo do setor público com as empresas que realizassem reaproveitamento dos resíduos, por meio incentivos fiscais, que influenciaria no surgimento de novas empresas no estado de Roraima.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que dos 09 tipos de resíduos identificados, os que representaram os maiores percentuais foram os provenientes de argamassa, cerâmica e tijolos, que, somados, chegaram a aproximadamente 64,1% dos resíduos gerados; esses resíduos são passíveis de reaproveitamento e reciclagem, fatores que causam menores impactos ambientais;

Na classificação dos resíduos gerados da construção da residência unifamiliar, de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA, observou-se que do total coletado o maior percentual foi o Classe A, com 84,42%; depois, o Classe B, com 15,58%; sendo que maior parte da totalidade pode ser reutilizada ou reciclada. Isso pode elevar o custo da empresa, quanto for calculado m<sup>3</sup> de entulho para destinação final, caso não tenha prévio e adequado planejamento técnico-econômico.

## REFERÊNCIAS

ABRECON - Associação Brasileira Reciclagem Resíduos da Construção Civil e Demolição. 2014. Disponível em: <<https://www.teraambiental.com.br/ambiental/obra-sustentavel-saiba-mais-sobre-a-reciclagem-dos-residuos-da-construcao-civil>>. Acesso em 10 maio de 2019.

ÂNGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. Tese (Doutorado). 2005, 236p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2005.

BERNARDES, A.; THOMÉ, A.; PRIETTO, P. D. M.; ABREU, A. G. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Neves. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília, DF: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico: Brasília, 2007.

CARELI, C. **Resíduos da Construção Civil devem ter destinação e gestão adequada**. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/residuos-da-construcao-civil-devem-ter-destinacao-e-gestao-adequada\\_6592\\_10\\_20](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/residuos-da-construcao-civil-devem-ter-destinacao-e-gestao-adequada_6592_10_20)>. Acesso em 26.05.2019.

FERNANDES, A. V. B.; NETO, A. S.; RIBEIRO, M. R. **Apropriação de custos: apropriação in loco**. Ciências Exatas e Tecnologia, v. 4, n. 1, 2017, 93-114p.

FORMOSO, C. T.; SOILBELMAN, L.; CESARE, C. M.; ISATTO, E. L. **Material waste in the building industry: main causes and prevention**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 128, n. 4, 2002, 316-325p.

FREITAS, L. **Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil no Brasil**. Disponível em: <<https://domtotal.com/noticia/1262733/2018/06/reaproveitamento-de-residuos-solidos-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em 13.05.2019.

JONH, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção**. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. (Org). Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA/Caixa Econômica Federal, 2001. Cap. 1, p. 29-30.

KAGUE, C. S. P. **Resíduos gerados na construção de edificações habitacionais**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil. São Carlos, realizado pela Universidade Federal de São Carlos. 82f. São Carlos, 2009.

LUCENA, L. F. L.; NEVES, G. A.; NASCIMENTO, J. D.; OLIVEIRA, D. F. **Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil no Município de Campina Grande**. In: Simpósio Brasileiro de gestão e economia da construção, 4., Encontro

Latino-Americano de gestão e economia da construção, 1., Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 2005.

MELLO, C. W. **Análise do desperdício de materiais em obras da cidade de Ijuí.** Trabalho de conclusão de curso pelo Curso de Engenharia Civil. Unijuí, realizado pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS. 75f. Ijuí, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Resolução CONAMA N° 307/2002.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em 06.04.2019.

MORAND, F. G. **Estudo das Principais Aplicações de Resíduos de Obra como Materiais de Construção.** 2016. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/10017420.pdf>>. Acesso em 16.05.2019.

NAKAMURA, J. **Resíduos de construção podem ser reaproveitados em obras.** Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/residuo-de-construcao-podem-ser-reaproveitados-em-obras-de-pavimentacao\\_17950\\_10\\_22](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/residuo-de-construcao-podem-ser-reaproveitados-em-obras-de-pavimentacao_17950_10_22)>. Acesso em 10.05.2019.

PEREZ Jr, J. H.; OLIVEIRA, L. M.; COSTA, R. G. **Gestão estratégica de custos.** 6ª ed. Atlas, São Paulo, 2010.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção civil.** 1999. 209 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

POON, C. S.; YU, A. T. W., JAILLON L. **Reducing building waste at construction sites in Hong Kong.** Construction Management and Economics, v. 22, 2004, 461-470p.

RAMOS, A. **Metodologia da pesquisa científica: como uma monografia pode abrir o horizonte do conhecimento.** Atlas, São Paulo, 2009.

REDIVO, I. M. **Utilização de resíduo de cerâmica vermelha em misturas com solo para construção de camadas de pavimentos com baixo volume de tráfego.** 2011. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ROSA, F. R. **Identificação e cadastramento de áreas de descarte de resíduos de construção e demolição na região da AMREC, Santa Catarina.** 2011. 109 f. TCC (monografia de conclusão de curso) – UNESC, Criciúma/SC.

SILVA, A. F. P. S.; SABA, R. V.; BORGES, R. I. **Análise das principais solicitações de alteração de orçamento de edificações residenciais.** Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. Goiânia, realizado pela Universidade Federal de Goiás. 70f. Goiânia, 2011.



SINDUSCON-SP - Sindicato Da Indústria Da Construção Civil Do Estado De São Paulo. **Resíduos da Construção Civil**. Disponível em: [http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipio/2012/08/residuos\\_construcao\\_civil\\_sp.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipio/2012/08/residuos_construcao_civil_sp.pdf)>. Acesso em 26.05.2019.

SOUSA, A. **Sustentabilidade: ideias criativas de reutilização no canteiro de obras**. 2018. Disponível em: <<http://www.conexaoboasnoticias.com.br/sustentabilidade-ideias-criativas-de-reutilizacao-no-canteiro-de-obras/>>. Acesso em 10.03.2019.

SPADOTTO, A.; BATISTA, G. R. **Destinação Dos Resíduos Da Construção Civil – Xanxerê**. Disponível em: <<http://ipiu.org.br/destinacao-dos-residuos-da-construcao-civil-em-xanxere-santa-catarina-brasil-possibilidades-para-um-fim-mais-sustentavel/>>. Acesso em 26.05.2019.

SZAJUBOK, N. K.; ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T. **Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério**. Production, v. 16, n. 2, 2006. 303-318p.

VIEIRA, L. de B. P. V. **Concreto pode ser reciclado e reaproveitado**. 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/concreto-pode-ser-reciclado-e-reaproveitado/>>. Acesso em 10 abril 2019.

ZORDAN, S. E. **Entulho da Indústria da Construção Civil**, 2001. Disponível em: <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho\\_ind\\_ccivil.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm)>. Acesso em 10.03.2019.

WADA, P. H. **Estudo da incorporação de resíduo de cerâmica vermelha na composição de concreto para uso em estacas moldadas in loco**. 2010. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.