

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

LEONARDO WILLEMANN VIEIRA

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
OBRAS DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

FLORIANÓPOLIS, 2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

LEONARDO WILLEMANN VIEIRA

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
OBRAS DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora:

Elivete Carmen Clemente Prim

FLORIANÓPOLIS, 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Vieira, Leonardo Willemann
DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
EM OBRAS DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES / Leonardo Willemann
Vieira; orientação de Elivete Carmen Clemente Prim.
- Florianópolis, SC, 2022.
85 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Construção Civil. 2. Resíduos da construção civil.
3. Gestão de resíduos. 4. Diagnóstico de resíduos.
5. Taxa de geração de RCC. I. Carmen Clemente Prim, Elivete.
II. Instituto Federal de Santa Catarina. III.
DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
EM OBRAS DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES.


DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM OBRAS DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

LEONARDO WILLEMANN VIEIRA


Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro Civil, e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso superior de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 17 de março de 2022


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ELIVETE CARMEN CLEMENTE PRIM
Data: 21/04/2022 12:19:39-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Elivete Carmen Clemente Prim, Dr

Documento assinado digitalmente
 LUCAS BASTIANELLO SCREMIN
Data: 20/04/2022 10:59:17-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Lucas Bastianello Scremin, Me.

Documento assinado digitalmente
 ricardo.lima
Data: 20/04/2022 10:24:59-0300
CPF: 048.479.289-03
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Prof. Ricardo Clemente de Lima, Me.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Atanásio Antunes Vieira e Magda Willemann Vieira, por todo o apoio prestado durante todos os anos até esse momento. Sempre deram força, condições e incentivos para buscar aproveitar ao máximo todas as oportunidades que estavam disponíveis.

A todos os professores do Instituto Federal de Santa Catarina que estiveram presentes nestes anos de aprendizado, em especial a professora Elivete Carmem Clemente Prim, minha orientadora, que desde o primeiro contato para elaboração do trabalho sempre esteve disposta a ajudar e auxiliou em todos os momentos.

Aos amigos e companheiros de graduação criados nestes anos no IFSC, que ajudaram a vivenciar e obter os conhecimentos durante o período do curso de Engenharia Civil.

A todos os amigos que sempre deram apoio para que eu chegasse até esse momento de conclusão da melhor maneira possível.

RESUMO

A construção civil é uma área com grande importância no cenário econômico do país, gerando emprego e desenvolvimento, mas proporcional aos avanços que ela ocasiona também há a preocupação com os impactos ambientais que podem ser gerados, principalmente ocasionados pela geração de resíduos da construção. Este é um tema de constante debate, sobre como é possível diminuir a quantidade de materiais que sobram das obras e reduzir os impactos destes materiais no meio ambiente. A criação de leis e normas com o intuito de trazer aos grandes e pequenos geradores de resíduos, uma sensibilidade maior sobre esta problemática, impõe medidas e responsabilidades a serem seguidas. A lei 12305/2010, que versa sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, destaca a importância da gestão e do gerenciamento e neste contexto, as empresas de construção civil estão sujeitas à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Entre as recomendações para a construção de um plano, a lei ressalta que se deve começar juntando as peças do quebra cabeça, através da realização do diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas. Assim, tendo em vista a preocupação e importância do gerenciamento de resíduos na construção civil, propõe-se neste trabalho levantar uma taxa da geração de resíduos da construção civil para duas residências unifamiliares de alto padrão, executadas pela mesma construtora. Para alcançar tal objetivo, se fará primeiramente a caracterização dos empreendimentos, identificando a etapa da obra a qual se fará o diagnóstico, visto que não será possível acompanhar toda a construção. Posteriormente será realizada avaliação dos procedimentos adotados sobre a gestão dos resíduos nos canteiros de obras, análise quantitativa e qualitativa e comparação do volume dos resíduos gerados em cada empreendimento. Com o levantamento e avaliação dos resultados, espera-se ao final do trabalho propor alternativas para reduzir e gerir a produção destes materiais em obras deste porte, com mais sustentabilidade.

Palavras-chave: Construção civil. Resíduos da construção civil. Gestão de resíduos. Diagnóstico de resíduos. Taxa de geração de RCC.

ABSTRACT

Civil construction is an area of great importance for the economic scenario of our country as it provides employment and development, but proportionally to the advancements it causes there is also a concern about the environmental impacts that might be generated by it, which are mainly related to the waste generation of the construction process. This is a topic of constant debate, especially about how it is possible to decrease the amount of materials left from the constructions and reduce the impacts of them in the environment. The creation of laws and normatives aiming to bring a greater sensibility about this problem to the big and the small waste generators imposes measures and responsibilities that must be followed. Law 12305/2010, which talks about the National Solid Waste Policy, highlights the importance of the management in this context, the civil construction companies are liable to the elaboration of a solid waste management plan. Between the recommendations to the elaboration of a plan, the law says that it must start by gathering the pieces of the puzzle, by making a diagnosis of the solid waste generated situation, which must contain the origin, the volume, the waste's description and the ways of destination and final disposal adopted. This way, considering the concerns and importance of the waste management for civil construction, it is proposed in this paper to survey a rate of waste generation in civil construction for two high standard single family houses, built by the same company. To achieve such goal, firstly a characterization of the constructions will be made, identifying the stage of the construction surveyed, since it will not be possible to follow the entire building process. Posteriorly, an evaluation of the adopted procedures about the waste management in the construction sites analyzed, a quantitative and qualitative analysis and a comparison between the wastes generated in each site will be made. With the survey and evaluation of the results, it is expected, by the end of this paper, to propose alternatives to reduce and manage the generation of those materials in constructions of such size, in a more sustainable way.

Key words: Civil construction. Civil construction waste. Waste management. Waste diagnosis. RCC generation rate.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

COMCAP - Companhia de Melhoramentos da Capital

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

PEGIRS - Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Santa Catarina

PERS - Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PMGRCC - Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PMGRS - Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PSS - Política de Segurança Sanitária

RCC - Resíduos da Construção Civil

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

RSS - Resíduos dos Serviços de Saúde

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	12
1.2 Objetivo Geral	13
1.3 Objetivos Específicos	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 O que são Resíduos da Construção Civil (RCC)	14
2.2 Panorama geral dos resíduos de construção civil no Brasil	15
2.3 Pesquisa de taxas de RCC em obras	16
2.3.1 Taxa de RCC em São Carlos, SP	17
2.3.2 Taxa de RCC em Governador Valadares, MG	18
2.3.3 Taxa de RCC em Rio Verde, GO	19
2.4 Leis e normas	21
2.4.1 Normas da ABNT relacionadas aos resíduos da construção civil	22
2.4.2 Norma Jurídica relacionada aos resíduos da construção civil	22
2.4.2.1 Classificação	23
2.4.2.2 Formas de descartes	24
2.5 Política Nacional de Resíduos Sólidos	25
2.6 Gestão de RCC em canteiros	26
2.7 Diagnósticos e levantamentos sobre RCC em diferentes cidades do Brasil	28
2.7.1 Gerenciamento de resíduos em obras de Anápolis, GO	28
3 MÉTODO DE PESQUISA	32
3.1 Levantamento dos procedimentos de gestão dos resíduos nas obras	32
3.2 Avaliação dos procedimentos adotados na gestão de resíduos considerando as orientações da legislação vigente	34
3.3 Análise quantitativa e qualitativa do RCCs gerados nas obras	34
3.4 Proposição de alternativas para uma melhor gestão de resíduos	36
4 RESULTADOS	37
4.1 Levantamento dos procedimentos de gestão dos resíduos nas obras	37
4.1.1 Caracterização das obras	37
4.1.1.1 Obra 1	37
4.1.1.2 Obra 2	39
4.1.2 Acompanhamento das obras	41
4.1.2.1 Etapas obra 1	41
4.1.2.2 Etapas obra 2	48
4.1.3 Procedimentos de gestão	52
4.1.3.1 Processo de segregação	52

4.1.3.2 Custos de destinação final	56
4.2 Avaliação dos procedimentos adotados na gestão de resíduos considerando as orientações das legislações vigentes	58
4.2.1 Responsabilidades	58
4.2.2 Gerenciamento	59
4.2.3 Acondicionamento	59
4.2.4 Transporte	60
4.2.5 Destinação	60
4.3 Análise quantitativa e qualitativa dos RCC gerados nas obra	61
4.3.1 Levantamento qualitativo	61
4.3.2 Levantamento quantitativo	62
4.3.2.1 Obra 1	62
4.3.2.2 Obra 2	66
4.3.3 Taxa de resíduos gerados na obra	67
4.3.3.1 Terraplanagem	67
4.3.3.1.1 Obra 1	67
4.3.3.1.2 Obra 2	68
4.3.3.2 Estrutura	68
4.3.3.2.1 Obra 1	68
4.3.3.2.2 Obra 2	69
4.3.3.3 Vedações/Revestimento argamassado/instalações elétricas	69
4.3.3.3.1 Obra 1	69
4.3.3.3.2 Obra 2	70
4.3.3.4 Geral	71
4.3.3.4.1 Obra 1	71
4.3.3.4.2 Obra 2	71
4.3.3.5 Taxas obtidas	72
4.4 Propostas de alternativas para uma melhor gestão de resíduos	74
5 CONCLUSÃO	77
5.1 Sugestão para trabalhos futuros	78
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE A	85

1 INTRODUÇÃO

A construção civil possui grande influência no desenvolvimento de um país, com o mercado aquecido uma característica é a alta geração de empregos. Essa área é responsável por empregar muitas pessoas, no ano de 2018 havia 6,7 milhões de postos de trabalho na construção civil, o que representava 7,3% dos empregos no Brasil (Degani, apud Estadão, 2020). Já segundo a CBIC (2021), a construção gerou 105.248 novas vagas com carteira assinada no ano de 2020, sendo o setor com maior número de postos de trabalho.

A oferta de trabalho é um reflexo do mercado aquecido, entretanto, os sistemas construtivos ainda não apresentam grandes evoluções em sua maioria, principalmente com relação a gestão ambiental, a geração de resíduos provenientes das construções ou reformas possui números altos. Segundo a ABRELPE (2020), a região Sul do Brasil, em 2019, gerou aproximadamente 200 kg/hab. Enfim, pela mão de obra pouco qualificada ou infraestrutura precária, características que o sistema acaba gerando prejuízos ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores (GEUS E GARCIAS, 2016).

Entre os resíduos sólidos, os provenientes de obras como construções e reformas recebem o nome de Resíduos da Construção Civil. Um aspecto dos RCCs é o fato de geralmente serem materiais com maior volume e peso específico elevado em comparação aos outros tipos de resíduos, ocasionando preocupações a mais para o seu gerenciamento. Exemplos de problemas gerados pelo descarte irregular desses resíduos são o favorecimento de enchentes por meio de assoreamento de rios e entupimento de galerias, degradação da paisagem urbana além da possível contribuição para proliferação de vetores e doenças (FERNANDES, 2013).

O descarte incorreto destes materiais provoca agressão ao ambiente e também acarreta em problemas aos sistemas de limpeza pública municipais, que acabam sobrecarregados em função de muitas vezes recolher esses resíduos, principalmente quando são descartados em áreas clandestinas (IPEA, 2012). Apesar de leis e normas sobre gestão de RCC serem publicadas desde 2003 no Brasil, trabalhos contendo diagnósticos da gestão de RCCs em diferentes municípios brasileiros apontam a existência de vários locais de disposição irregular 14 a 18 anos depois, entre eles pode-se citar os municípios de Palhoça, SC (ALVES, 2020), Toledo, PR (NASCIMENTO, 2018) e Cruz das Almas, BA (SANTOS, 2016).

1.1 Justificativa

É essencial que soluções visando o melhor aproveitamento dos materiais nos serviços sejam tomadas, conseqüentemente reduzirá os impactos ambientais que essa área causa. Mas além de alternativas mais sustentáveis na hora de execução, é importante gerenciar como acontecerá o descarte de todo o resíduo que é gerado ao término de uma obra, pois são materiais com alto risco para o meio ambiente. (GONÇALVES, 2016)

Uma alternativa para realmente impactar os geradores, principalmente as construtoras e empresas de engenharia, a mudar a forma de tratar os resíduos resultantes de seus empreendimentos é através de legislações. Desde a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que entrou em vigor a partir de 2003, onde são estabelecidas as diretrizes, critérios e procedimentos que devem ser seguidos para a gestão de resíduos da construção, a preocupação com estes materiais começou a mudar positivamente.

Para auxiliar a resolução publicada pelo CONAMA, o governo federal em 2010, com base na Lei nº 12.305 estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Para os municípios e estados terem acesso a recursos federais para a área de limpeza urbano e manejo de resíduos urbanos é imprescindível que possuam a elaboração de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e um Plano Estadual de Resíduos Sólidos, respectivamente (ALVES,2020).

A redução da geração de resíduos em obras é algo essencial, muitos serviços executados pelos trabalhadores podem ser otimizados de forma a gerar um reaproveitamento de materiais. Para que a gestão de resíduos em uma obra seja eficaz é necessário se conhecer a rotina dela, planejar ações e metas específicas conforme as técnicas utilizadas, assim é possível implementar ações que surtirão efeitos positivos no combate a geração de entulho (FERNANDEZ, 2012).

A proposta deste trabalho de conclusão de curso é avaliar a geração de resíduos em construções, buscando identificar o que pode-se aproveitar durante as etapas da obra, os diferentes tipos de materiais gerados e também a destinação que é dada aos resíduos. Este trabalho é relevante pois apesar deste tema já ter disponível leis, normas, modelos de planos de gerenciamento de RCC, percebe-se a necessidade de dados de casos reais, pois cada caso é um caso, tem suas

especificidades construtivas, sua realidade, e acredita-se que quanto mais dados práticos de casos reais tivermos para comparar com situações diferentes na construção civil, estará se contribuindo para a melhoria na tomada de decisões sobre como deve-se realizar a gestão dos RCC com excelência.

O trabalho é dividido em capítulos. No capítulo 1 apresenta-se a introdução, abordando a problemática, justificativa e objetivos acerca do tema escolhido; no capítulo 2 é realizada uma revisão da literatura sobre RCC, com base em panoramas da geração de RCC no país, legislações e diagnósticos sobre taxas de geração e gestão de RCC em obras; no capítulo 3 está presente a metodologia adotada para se alcançar as metas; no capítulo 4 serão apresentados e discutidos os resultados alcançados com a aplicação da metodologia; no penúltimo capítulo, capítulo 5, se apresentará as conclusões e sugestões para trabalhos futuros e por último, serão apresentadas as referências bibliográficas que deram base a este trabalho de conclusão de curso.

1.2 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo geral diagnosticar a gestão de resíduos da construção civil em duas obras de residências unifamiliares de alto padrão.

1.3 Objetivos Específicos

- Levantar os procedimentos de gestão dos resíduos nas obras;
- Avaliar os procedimentos adotados na gestão de resíduos considerando as orientações da legislação vigente.
- Executar uma análise quantitativa e qualitativa dos RCC gerados nas obras;
- Propor alternativas para uma melhor gestão dos resíduos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se uma revisão bibliográfica em relação ao tema principal do trabalho, a partir de pesquisas em normas, legislação e levantamentos realizados por órgãos federais. Será abordada a definição dos resíduos da construção civil (RCC), classificação, como está atualmente o Brasil em relação a geração e cuidados com os RCCs, contemplando as legislações e normas vigentes no país e uma análise da gestão dos resíduos gerados em obras.

2.1 O que são Resíduos da Construção Civil (RCC)

Os resíduos sólidos de acordo com a NBR 10004 (ABNT,2004) são resultados de diferentes atividades, como industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, nos estados sólido ou semi-sólido. Entre estes resíduos provenientes das atividades citadas, encontra-se os resíduos da indústria da construção civil, que possuem uma conceituação e classificação específica. Para estes resíduos da construção civil é possível adotar a definição da Resolução nº. 307/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), art. 2º, item I:

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002,p1.)

Outra definição possível para os resíduos da construção civil se encontra na Lei 12.305/2010, art 13, que classifica os RCC como gerados em atividades decorrentes de obras, seja construção, reforma ou demolição, além de materiais que são resultados de movimentações de terra como preparação e escavação de terrenos.

Observa-se pelas definições apresentadas que as fontes de geração são de variadas atividades dentro da indústria da construção civil, o que faz este setor ser responsável por uma enorme produção de resíduos. Segundo alguns levantamentos

a quantidade em volume dos RCC é bem menor em relação aos resíduos sólidos urbanos, entretanto se comparados por peso essa relação se inverte (IPEA, 2012). A seguir será apresentado como está o panorama geral dos RCC no Brasil e uma análise do aumento da geração desse resíduo dentro de um período de 9 anos.

2.2 Panorama geral dos resíduos de construção civil no Brasil

A geração de resíduos provenientes da construção civil vem gerando preocupação cada vez maior, as construtoras estão começando a tomar medidas mais cautelosas quanto à geração e destinação. Uma série de fatores podem ser considerados para isso, o principal são legislações mais específicas para os resíduos da construção civil, criadas com o intuito de melhorar a gestão de resíduos nesta área.

O governo e algumas associações possuem levantamentos anuais relacionados à quantidade de resíduos coletados no país, entre eles pode-se citar o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

Estes indicadores contêm informações gerais acerca dos resíduos sólidos urbanos e conseqüentemente englobam os RCCs. o SINIR é um sistema alimentado com informações por Estados, Distrito Federal e Municípios servindo de instrumento da PNRS (Brasil, 2019), o SNIS no setor de saneamento brasileiro é o maior e mais importante sistema de informações, contendo uma base de dados com informações sobre o manejo de RSU (Brasil, 2019), a ABRELPE possui um Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil, realizado anualmente desde 2003 que reúne dados de coleta coordenados pelos municípios, apresenta a quantidade detalhada gerada para alguns tipos de resíduos sólidos, entre eles é destaque os RCC (ABRELPE, 2021).

Segundo a ABRELPE (2020), o país teve uma coleta total de 44,5 milhões de toneladas de RCD. Esse número é bem expressivo, pois no ano de 2010 a coleta chegou a um valor de 33 milhões de toneladas, ou seja, em 9 anos o valor aumentou 33,43%. Entretanto, o país apresenta índices diferentes de variação entre as suas 5

regiões. Na Tabela 01 é possível observar a quantidade coletada nos anos de 2010 e 2019, além da sua variação de acordo com cada região.

Tabela 01: Variação da coleta total de RCD nas regiões brasileiras

Região	Ano	Valor (t/ano)	Variação (%)
Norte	2010	1.242.825	38,30
	2019	1.718.785	
Nordeste	2010	5.716.995	54,01
	2019	8.804.895	
Centro-Oeste	2010	4.013.905	20,53
	2019	4.838.075	
Sudeste	2010	17.151.350	35,52
	2019	23.242.835	
Sul	2010	5.251.985	12,91
	2019	5.929.790	

Fonte: Adaptado ABRELPE(2020)

De acordo com a Tabela 01 a Região Sul apresenta uma posição intermediária no valor de coleta total dos RCDs. Essas posições não se alteraram no decorrer de 9 anos, entretanto a taxa de crescimento da coleta de resíduos de construção e demolição teve uma diferença relativamente alta para todas as regiões do país, variando em percentuais de 12,91% até 54,01%. Este índice reflete padrões de consumo e descarte dos resíduos alterados durante os anos, além de poder ser influenciado por um aumento das atividades geradoras de resíduos (ABRELPE, 2020).

2.3 Pesquisa de taxas de RCC em obras

O valor de RCC gerado em uma construção varia de acordo com as características e o processo construtivo de cada obra, sendo o processo de gestão dos resíduos em cada canteiro é fundamental para diminuir a quantidade produzida

(Costa, 2012). Com isso é interessante analisar estudos já realizados em diferentes obras, localizadas em regiões distintas, com o intuito de abranger peculiaridades que podem existir em específicos canteiros e assim observar a variação da taxa de geração de RCC que cada pesquisa disponibiliza como resultado.

A seguir são apresentados 3 estudos de estimativas de taxas de geração de RCC em diferentes obras em cidades distintas: São Carlos, SP (MARQUES NETO; SCHALCH, 2010), Governador Valadares, MG (PENNA; REIS; RODRIGUES; FRANKLIN; COSTA, 2019) e Rio Verde, GO (MARTINS MOTA, 2020).

2.3.1 Taxa de RCC em São Carlos, SP

Marques Neto e Schalch (2010) calcularam uma taxa de geração de RCC para a cidade de São Carlos, SP, utilizando como base 5 obras do município. As obras utilizadas para o estudo, com suas respectivas informações estão contidas na Tabela 02.

Tabela 02: Obras analisadas

Obra	Situação	Característica	Área (m ²)	Padrão
1	Reforma	Transformou uma casa em um bar/restaurante	358,56	Fino
2	Construção	Residência multifamiliar com 4 pavimentos	716,54	Médio-fino
3	Construção	Residência unifamiliar térrea	126,22	Médio
4	Construção	Conjunto residencial de 3 casas	336,19	Médio
5	Construção	Residência unifamiliar	257,79	Fino

Fonte: Adaptado de Marques Neto e Schalch (2010)

Para calcular a taxa de geração de RCC foram somadas as áreas das obras e também a quantidade total das caçambas estacionárias utilizadas, cada uma continha 5 m³. O total de área construída teve um valor de 1795,30 m² e o número de caçambas igual a 82, totalizando um volume de 410 m³. A massa unitária considerada para os resíduos foi de 0,60 ton/m³, obtida a partir de uma

caracterização física dos RCC do município, aplicando este valor com o volume das caçambas estacionárias, obteve-se 246 toneladas de RCC (MARQUES NETO; SCHALCH, 2010).

Por fim, a taxa de geração de RCC foi obtida pela seguinte equação:

$$TG = Me/A \quad (1)$$

Onde:

TG = Taxa de geração de RCC (kg/m²)

Me = massa de entulho (kg)

A = Área total (m²)

A taxa de geração de resíduos da construção civil para a cidade de São Carlos, SP, obtida no estudo de Marques Neto e Schalch (2010) foi de 137,02 kg/m²

2.3.2 Taxa de RCC em Governador Valadares, MG

Na cidade de Governador Valadares, MG, foram identificadas duas obras para serem usadas como objeto de estudo para a realização de um quantitativo da geração de RCC. Pena, Reis, Rodrigues, Franklin, Costa (2019) usaram para a pesquisa uma obra de reforma de um hotel no centro da cidade com 11 andares e uma área total de 4400 m² com 10 meses de prazo de execução e a outra obra era a construção de uma residência unifamiliar com 216 m² e prazo de construção estimado em 6 meses.

Visitas e entrevistas com os responsáveis técnicos foram realizadas com o objetivo de reunir informações para o trabalho. Para as duas obras a taxa de resíduos foi estimada com base na quantidade de caçambas estacionárias, capacidade de 5m³ cada, usadas e considerando um peso específico aparente dos RCCs de 1.300 kg/m³, que foi retirado da literatura (PENNA; REIS; RODRIGUES; FRANKLIN; COSTA, 2019).

A obra de reforma utilizava em média 4 caçambas estacionárias por semana, totalizando ao final um total de 208 caçambas e gerando um volume de 1040 m³. Fazendo uma relação como peso específico aparente já comentado, a

massa de RCC desta obra chegou ao valor de 1.352.000 kg e uma taxa de geração de 307,27 kg/m² (PENNA; REIS; RODRIGUES; FRANKLIN; COSTA, 2019).

A obra de construção da residência unifamiliar utilizou em média uma caçamba estacionária por mês, gerando 30 m³ de RCC. Isso resulta em 39.000 kg, usando como referência o peso específico aparente citado anteriormente. A taxa de geração pela área da construção obtida para este empreendimento teve o valor de 180,55 kg/m² (PENNA; REIS; RODRIGUES; FRANKLIN; COSTA, 2019).

2.3.3 Taxa de RCC em Rio Verde, GO

O estudo da taxa de RCC realizado por Martins Mota (2020) tinha como objetivo caracterizar os resíduos gerados em duas obras de residências geminadas, localizadas na cidade de Rio Verde, GO. Foram obtidos no trabalho a massa dos resíduos em kg, a massa unitária em kg/m³, taxa de geração em kg/m² e kg/dia.

As obras escolhidas possuíam uma área de 89,91 m² para cada uma, tempo de execução em 145 dias e sistema construtivo de concreto armado e vedação com tijolos. No canteiro de obras foram alocadas bags com capacidade de 1 m³ para cada classe de resíduos, sendo substituídas quando eram cheias (MARTINS MOTA, 2020).

Martins Mota (2020) para determinar a massa dos resíduos classe B, exceto a madeira, utilizou uma balança que havia no local de descarte e o volume de referência eram as das bags. Para os resíduos de classe A, C e D a massa foi obtida pesando caminhão caçamba no aterro sanitário antes e após enchê-lo, para massa unitária utilizou-se a mesma equação para todas as classes com exceção da madeira, que por impossibilidade de pesagem foi determinada uma massa unitária teórica de 560 kg/m³. Com isso as equações aplicadas para o cálculo foram as seguintes:

$$\text{Mu} = M/V \quad (2)$$

Onde:

Mu = massa unitária dos resíduos (kg/m³)

M = massa (kg)

V = volume (m³)

$$M_{a,c,d(b)} = M_i - M_f \quad (3)$$

Onde:

$M_{a,c,d}$ = massa dos resíduos das classes A, C e D (kg/m^3)

M_i = massa inicial (kg/m^3)

M_f = massa final (kg/m^3)

A taxa de geração por área e dias foram obtidas respectivamente pelas equações 3 e 4:

$$T_a = M_{rcc}/A \quad (4)$$

Onde:

T_a = taxa de geração de resíduos (kg/m^3)

M_{rcc} = massa (kg)

A = área (m^2)

$$T_d = M_{rcc} / \text{Dias} \quad (5)$$

Onde:

T_d = taxa de geração de resíduos por dia (kg/dia)

M_{rcc} = massa (kg)

Os resultados obtidos no estudo de Martins Mota (2020) para as duas residências unifamiliares em Rio Verde, foi uma massa total de 49.728 kg, massa unitária de 1.494,15 kg/m^3 , taxa de geração de 276,55 kg/m^2 e 342,93 kg/dia .

A seguir na Tabela 03 é apresentado um resumo com as principais taxas de geração coletadas nos diferentes estudos pesquisados.

Tabela 03: Resumo dos estudos

Autor	Obra	Taxa de Geração (kg/m ²)
Marques Neto e Schalch (2010)	5 obras de diferentes padrões	137,02
Pena, Reis, Rodrigues, Franklin, Costa (2019)	Obra 1	307,27
	Obra 2	180,55
Martins Mota (2020)	Residências geminadas	276,55

Fonte: Autor (2021)

Embora todos os estudos possuam metodologia similar, houve uma disparidade entre as taxas de geração obtidas para cada um analisado. O trabalho de Marques Neto e Schalch (2010) criou uma média de taxa entre os diferentes tipos de construções, entre elas estão reformas e novas construções e comparado aos outros estudos foi o que obteve a menor taxa.

Pena, Reis, Rodrigues, Franklin, Costa (2019) optaram pela criação de uma taxa para reforma e outra para construção nova, para a reforma obtiveram a maior taxa de geração. Motivo que pode ser explicado pela quebra de elementos já existentes para adequação de ambientes e conseqüentemente uma geração de resíduos maior.

Martins Mota (2020) obteve todos os seus resultados por meio de coleta in loco, não utilizou nenhum valor de referência em bibliografias e seu estudo de caso era uma construção nova. Obteve a maior taxa para este tipo de construção, mas em comparação com a obra de Pena, Reis, Rodrigues, Franklin, Costa (2019) houve um intervalo considerável de valor. Para observações mais profundas é importante ter características específicas de cada construção, com isso é possível avaliar o que influenciou para estes números nas taxas de resíduos.

2.4 Leis e normas

Os próximos tópicos são destinados às regulamentações que tratam sobre os resíduos de construção e demolição, a fonte inicial de pesquisa foi a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas que traz uma classificação geral dos resíduos sólidos, a NBR 10004:2004. Em seguida serão abordadas leis e resoluções

de caráter tanto federal quanto municipal, de cidades da Grande Florianópolis, entre elas pode-se citar a Lei 12.305/2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos e Resolução do CONAMA nº 307 de 2002.

2.4.1 Normas da ABNT relacionadas aos resíduos da construção civil

A NBR 10004(2004) tem o objetivo de que os resíduos sólidos possam ser gerenciados de forma adequada, para isso classifica-os quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Na Tabela 4 abaixo é descrita cada classe presente na norma.

Tabela 04: Classe de resíduos conforme NBR 10004(2004)

Classe	Descrição
I - Perigosos	As características destes resíduos apresentam risco para saúde ou ao meio ambiente
II - Não Perigosos	Não possuem risco de contaminação, exemplos de resíduos desta classe são a borracha, madeira, papel e papelão
II A - Não inertes	Resíduos que não se enquadram nas outras classes e possam apresentar propriedade como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água
II B - Inertes	Resíduos que não sofrem alterações de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores ao padrões de potabilidade de água, quando submetidos a contato com água destilada, seja na forma de contato dinâmico e estático

Fonte: NBR 10004(2004)

A partir desta classificação é possível analisar que os Resíduos da Construção Civil em sua maioria são das classe I - Perigosos e II - Não Perigosos.

2.4.2 Norma Jurídica relacionada aos resíduos da construção civil

A legislação brasileira principal para RCC é a resolução 307 do CONAMA, estabelecida em 2002. Com o intuito de diminuir impactos ambientais decorrentes da construção civil ela estabelece alternativas para que esse objetivo seja cumprido.

Antes desta resolução todos os resíduos provenientes de construções eram tratados como resíduos sólidos em geral pela visão da legislação. Uma das principais mudanças ocasionadas por ela é o fato de o gerador ser o responsável por o que produz e não somente pela destinação final correta, a partir disso a preocupação com a gestão de resíduos começou a ser mais presente no pensamento de construtoras e outros envolvidos com construção (PUCCI,2006).

Além da responsabilidade dos geradores, a resolução classifica os resíduos da construção civil em classes, contempla a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos pelos municípios que deve ser implantado pelos geradores e segue algumas etapas como a destinação dos materiais.

Para a gestão dos resíduos é essencial que se conheça os tipos que são gerados para que seja possível realizar a melhor orientação. A classificação a ser seguida para os RCCs é a apresentada pelo CONAMA.

2.4.2.1 Classificação

Conforme apresentado na Resolução do CONAMA nº 307 de 2002, a classificação dos resíduos da construção civil é dada conforme a Tabela 05.

Tabela 05: Classificação dos Resíduos da Construção Civil

Classe	Descrição	Exemplos
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos, argamassa e concreto, peças pré-moldadas em concreto produzidas na obra
B	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plástico, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	Massa de vidro
D	Resíduos perigosos oriundos do	Tintas, solventes, óleos, telhas e

	processo de construção, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros	demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.
--	---	--

Fonte: CONAMA (2002)

A partir da Tabela 05 ficam definidas as classes dos Resíduos da construção civil, essa classificação tem como um dos objetivos estabelecer qual a forma de descarte correto a ser seguido para cada tipo.

2.4.2.2 Formas de descartes

Conforme comentado anteriormente no trabalho, são especificadas formas de descartes para os RCC de acordo com sua classe. Essa destinação é exposta no Art. 10 da resolução do CONAMA nº 307 de 2002, na Tabela 06 é exemplificado a relação entre cada uma.

Tabela 06: Descarte dos RCC

Classe	Destinação
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
D	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas

Fonte: CONAMA (2002)

2.5 Política Nacional de Resíduos Sólidos

No ano de 2010 foi publicada a Lei nº 12.305, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta Lei dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, além das diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. As responsabilidades dos geradores, poder público e instrumentos econômicos aplicáveis também fazem parte da PNRS (BRASIL, 2010).

Ela é apresentada como uma norma geral federal mas que não tira a autonomia de Estados e Municípios, pois suas diretrizes gerais são adaptadas conforme diversidades regionais. A corresponsabilidade pela gestão e gerenciamento de resíduos sólidos entre poderes estatais de diferentes níveis e entre geradores, físicos ou jurídicos, também é compartilhada por ela (YOSHIDA, 2012).

No capítulo II, Seção I, Art. 14 são definidos os planos de resíduos:

- A. Plano Nacional de Resíduos sólidos;
- B. Planos estaduais de resíduos sólidos;
- C. Planos microrregionais de resíduos sólidos;
- D. Planos intermunicipais de resíduos sólidos;
- E. Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;
- F. Planos e gerenciamento de resíduos.

A elaboração dos diferentes planos propostos na Lei são condições para que cada esfera de poder, seja Federal, Estadual ou Municipal tenha direito a receber recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos relacionados a temas abrangentes da área. Em relação a vigência do PNRS é de prazo indeterminado e horizonte de 20 anos, a ser atualizado a cada 4 anos (BRASIL, 2010).

Outro ponto que é determinada pela Lei nº 12.305 no capítulo II, Seção V, Art. 20 são quem estão sujeitos a elaboração do PGRS:

- A. Serviços públicos de saneamento básico; por conta do RSU;

- B. Indústrias, por conta dos resíduos gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- C. Serviços de saúde, por conta do RSS;
- D. Serviços de mineração, por conta dos resíduos gerados a atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
- E. Estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que geram resíduos perigosos ou os mesmo que não caracterizados como resíduo não perigoso, não são equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.
- F. Empresas da construção civil, por conta do RCC;
- G. Responsáveis por terminais e outras instalações como portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários, passagens de fronteira e empresas de transporte;
- H. Responsáveis por atividade agrossilvopastoris;

2.6 Gestão de RCC em canteiros

As leis e normas auxiliam e demarcam as ações que devem ser consideradas acerca dos resíduos provenientes das construções. A combinação das informações contidas nestes documentos faz com que seja realizada uma gestão eficiente dos materiais gerados nos canteiros de obras. A partir do gerenciamento de resíduos é possível reduzir, reutilizar ou reciclar os resíduos, para isso é necessário que estratégias sejam aplicadas visando os programas e planos previstos para os RCC (Brasil, apud Teixeira, Carrilho 2020).

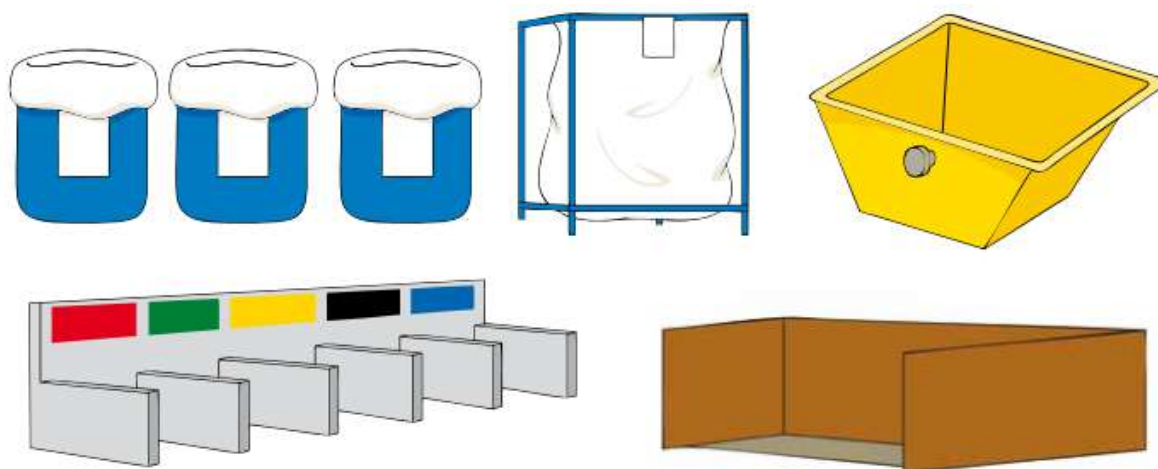
Quando uma obra possui um sistema de gestão para os resíduos é instituído um conjunto de ações que visa conter impactos e custos causados pela geração de resíduos, tendo como foco a não geração dos mesmos. Caso isso não seja possível, é essencial haver a redução, reutilização e a reciclagem, além do descarte correto dos materiais conforme sua classe (Braga, apud Teixeira, Carrilho, 2020).

A implantação da gestão dos resíduos no canteiro de obras possui algumas etapas a serem seguidas, elas podem ser exemplificadas como caracterização, segregação, acondicionamento, transporte, tratamento e a disposição final.

A etapa de caracterização dos materiais é a primeira etapa da gestão, neste momento eles são classificados conforme as classes de resíduos que a Resolução do CONAMA nº 307 de 2002 define, de acordo com o que está contido na Tabela 05. Após os resíduos caracterizados é necessário realizar a segregação destes materiais, cada classe possui um tipo de separação que visa a sua destinação final, com isso é essencial que seja respeitado o que é definido para cada classe (SILVA; UMADA; POLASTRI; ANGELIS NETO; ANGELIS; MIOTTO, 2015).

Outro critério a ser seguido é o acondicionamento correto dos resíduos no canteiro até que eles sejam transportados para sua destinação final, deve-se observar o melhor tipo de acondicionamento para determinada classe de resíduo, podem ser utilizados nesta etapa baias, bags, lixeiras, caçambas estacionárias e entre outros, a Imagem 01 exemplifica alguns destes tipos.

Imagem 01: Tipos de acondicionamento de RCC



Fonte: Lima e Lima, sd.

Antes do momento que estes locais de acondicionamento se encontrarem saturados é realizado o transporte dos resíduos para destinação final, as empresas que realizam esse transporte necessitam possuir uma licença ambiental para tal atividade. Por fim, a última etapa determina o tratamento e destinação dos resíduos, cada classe possui um específico, conforme foi observado na Tabela 06 (SILVA; UMADA; POLASTRI; ANGELIS NETO; ANGELIS; MIOTTO, 2015).

Seguindo estas etapas de gestão de resíduos da construção há vários benefícios que são proporcionados. Dentre eles, pode-se citar a preservação das reservas de matéria prima não renováveis, aumento da vida útil em aterros de inertes e economia na aquisição de agregados, com a substituição de agregados naturais por reciclados de entulho (SCREMIN, 2007).

2.7 Diagnósticos e levantamentos sobre RCC em diferentes cidades do Brasil

O tópico abaixo possui como objetivo mostrar estudos de casos realizados sobre a gestão de resíduos em canteiros de obras. Segundo Carneiro (2001, apud FERNANDES 2013), os RCC tem suas características modificadas em função da região em que são gerados e o tempo. Para países em desenvolvimento como o Brasil os resíduos mais comuns de serem observados são concreto, blocos, argamassa, azulejo e tijolos.

Tendo em vista estas características e com o intuito de buscar mostrar situações encontradas em outros municípios brasileiros, a seguir está descrito um estudo realizado por Martins (2019).

2.7.1 Gerenciamento de resíduos em obras de Anápolis, GO

Um estudo realizado por Soares e Martins (2019) analisou como é feita a gestão de RCC nas obras, o descarte, destinação e se acontece algum tipo de reaproveitamento destes materiais. Foi aplicado um questionário aos engenheiros responsáveis por cada uma das 4 obras analisadas e uma visita in loco para investigar a situação. As obras estavam sendo executadas na cidade de Anápolis, GO, eram de construtoras distintas e as edificações possuíam fins diferentes, A e B eram multifamiliar, C unifamiliar e a D comercial.

- **Obra A**

Empreendimento multifamiliar, seu sistema construtivo é alvenaria estrutural, dividido em 7 blocos com 4 pavimentos e 8 apartamentos por andar com área de 48 m² cada. A obra possuía PGRCC e um cronograma de gerenciamento de resíduos

e havia um controle mensal dos resíduos gerados na obra (SOARES E MARTINS, 2019).

O canteiro de obras apresentava baias e bombonas para a separação dos resíduos de acordo com classe e tipo, somente o gesso era o material que não sofria separação. Tinha-se um treinamento dos funcionários para a execução da separação dos resíduos porém não existia reaproveitamento ou reciclagem de qualquer material, entretanto eles eram vendidos para empresas de reciclagem. A coleta e transporte do que era gerado de resíduo na obra tinha como responsáveis empresas terceirizadas, eram recolhidas em média 4 caçambas metálicas por semana e o resíduo mais gerado nesta obra era o da classe A (SOARES E MARTINS, 2019).

- Obra B

Empreendimento multifamiliar, com sistema construtivo de paredes de concreto, possui 12 blocos de 5 pavimentos, com cada pavimento apresentando 190,34 m². A obra possuía PGRCC e um cronograma de gerenciamento de resíduos e havia um controle mensal dos resíduos gerados na obra (SOARES E MARTINS, 2019).

Na obra havia separação dos resíduos de acordo com a classe e tipo, apresentava locais como baias e caçambas para locação. A construtora doava resíduos como plásticos, metais, papel e papelão para empresas de reciclagem e o canteiro possui um processo de reaproveitamento, restos de concreto eram usados como agregado para fabricação de peças pré-moldadas, exemplo de aplicação destas peças com reaproveitamento é como guia de calçada (SOARES E MARTINS, 2019).

Em relação ao transporte e descarte, os resíduos classe A e C são destinados ao aterro municipal, no entanto os classe B eram destinados a empresas terceirizadas de reciclagem da própria cidade e o gesso descartado a uma empresa terceirizada da região (SOARES E MARTINS, 2019).

- Obra C

Obra unifamiliar, localizada dentro de um condomínio residencial e com cerca de 300 m² de área construída e o sistema construtivo concreto armado e alvenaria. Por ser classificado como pequeno gerador a obra não possuía PGRCC. Os resíduos mais gerados eram o de classe A, porém eles não apresentavam separação, somente a madeira tinha lugar específico dentro do canteiro pois ela era utilizada como lenha. A coleta e transporte era realizada por empresa terceirizada porém não havia destinação diferente para cada tipo de material, o tratamento era igual a todos (SOARES E MARTINS, 2019).

- Obra D

Obra comercial, ampliação de uma indústria para sede da construtora. Segundo o autor, até o momento do trabalho a obra já possuía 26.456,41 m² de área construída, o sistema construtivo foi realizado com estruturas de peças pré-moldadas, conseqüentemente diminuindo a geração de resíduos. A obra possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos, os resíduos gerados pela obra são separados por baias, uma para cada classe (A, B e D) e a coleta e transporte é realizada por empresa terceirizada (SOARES E MARTINS, 2019).

O resíduo mais gerado é o de classe A, a construtora apresenta um sistema de reaproveitamento dos restos de bloco e concreto, através de um processo de moagem por máquinas dos restos de concreto. Estes pó proveniente do processo é adicionado em traços de peças não estruturais ou utilizadas em calçadas. Os resíduos classe B são recicláveis e retirados da obra por empresa terceirizada (SOARES E MARTINS, 2019).

Gráfico 01: Resíduos mais gerados na obras

Fonte: Adaptado (Soares e Martins, 2019)

O gráfico 01 apresenta a porcentagem das classes de resíduos geradas no trabalho de Soares e Martins (2019), a classe A foi a que apresentou maior valor pelo fato de englobar blocos cerâmicos, cerâmica, telha, além de outros materiais que são usualmente mais utilizados em uma construção. A classe B também teve uma participação significativa, enquanto que a classe C e D tiveram uma pequena participação no geral.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo serão apresentados os materiais e métodos utilizados na presente pesquisa. O trabalho foi desenvolvido na forma de estudo de caso, avaliando a execução de duas obras residenciais unifamiliares de alto padrão, localizadas no município de São José/SC e pertencentes à mesma construtora.

Apresenta-se a seguir a Tabela 07, com as metas e metodologias aplicadas para alcançar os objetivos definidos no trabalho.

Tabela 07: Metas e metodologia aplicada

METAS	METODOLOGIA
1. Levantar os procedimentos de gestão de resíduos das obras	Apresentação detalhada das obras que serão investigadas quanto a geração e destino de RCC. Visitas semanais nas obras para verificar in loco a geração de RCC, mantendo contato com os responsáveis e gerando dados sobre a evolução das etapas. Além disso, preenchimento de um questionário resumindo procedimentos da gestão das obras.
2. Avaliar os procedimentos adotados da gestão de resíduos	Analisar se os procedimentos adotados nos canteiros se enquadram com o que é estabelecido em normas, resoluções e planos de gerenciamento de resíduos.
3. Executar análise quantitativa e qualitativa dos RCC gerados nas obras	Identificar in loco os tipos de RCC gerados e coletar amostras para mensurar o volume de RCC que é gerado nas obras. A partir dos valores obtidos, criar uma taxa de geração de RCC de cada obra.
4. Propor alternativas para uma melhor gestão de resíduos	Com base no estudo bibliográfico e avaliação das situações encontradas in loco, propor procedimentos que visem uma gestão sustentável dos RCC pela construtora.

3.1 Levantamento dos procedimentos de gestão dos resíduos nas obras

Para a elaboração do trabalho houve um acordo com uma construtora que executa obras na Grande Florianópolis, denominada neste trabalho como Construtora M, para utilizar dois empreendimentos sob sua responsabilidade, com

consentimento de acesso aos dados de administração das obras para o levantamento de dados, como por exemplo, quantitativo e custos de materiais de construção utilizados, contrato da empresa que faz a disposição de resíduos, etc.

Os empreendimentos escolhidos para realizar a coleta de dados para o presente trabalho, foram decididos em parceria com os representantes da Construtora M e sendo que desse preferência para dois empreendimentos que possibilitasse acompanhar um maior número de etapas construtivas, deste modo a duração da obra foi considerada na escolha, procurando empreendimentos com prazo próximo ao período de elaboração do trabalho de conclusão de curso. Outro ponto decisivo na escolha das obras foi em relação aos métodos construtivos, para estabelecer padrões, as obras não foram escolhidas aleatoriamente.

O acompanhamento da geração de resíduos nas obras foi realizado mediante visitas frequentes em cada uma delas, deste modo foi possível analisar os procedimentos adotados com os resíduos, desde sua geração até a disposição final. Essas visitas foram executadas semanalmente, durante o período disponível para resultados.

Além das visitas semanais foi necessário um apoio e contato constante com os engenheiros responsáveis por cada obra para que houvesse uma atualização e levantamento de informações, como dados específicos da construtora ou atividades executadas anteriormente ao início desta coleta de informações que, pela limitação do tempo, foi necessário coletar com os profissionais. Exemplo destes dados foram quantidades de materiais já movimentados e retirada de caçambas estacionárias já realizadas. Assim, todas as informações acerca de resíduos na obra puderam ser reunidas, resultando em um levantamento de dados completo dos empreendimentos.

Para completar o acompanhamento das obras houve a elaboração de um questionário (Apêndice A) sobre como está sendo executada a gestão de resíduos nas obras. As perguntas foram preenchidas com as observações na obra, em conjunto com informações coletadas com o corpo técnico da construtora.

3.2 Avaliação dos procedimentos adotados na gestão de resíduos considerando as orientações da legislação vigente

A partir dos dados obtidos na seção 3.1 foi realizada uma compilação das informações e posteriormente uma análise de como está sendo executado e de como ocorre a geração e a destinação final dos resíduos nas obras em estudo.

Na análise dos procedimentos adotados nas obras levou-se em consideração o que determinam as leis e normas que contemplam a gestão dos RCCs conforme apresentadas na revisão de literatura. A principal norteadora foi a resolução nº 307 do CONAMA, que serviu de base para avaliar como estão sendo tratados os resíduos da construção nos empreendimentos estudados da Construtora M.

3.3 Análise quantitativa e qualitativa do RCCs gerados nas obras

Nesta etapa levantou-se quais tipos de resíduos foram sendo gerados, o peso e o volume destes materiais.

No levantamento qualitativo estão descritos os tipos de resíduos gerados nas obras e sua classificação conforme é descrito na resolução nº 307 do CONAMA. Pelo fato do tempo de elaboração do trabalho ter sido inferior ao prazo de execução de todas as etapas necessárias para finalizar os empreendimentos, o trabalho buscou acompanhar o máximo de etapas possíveis. O acompanhamento foi realizado desde a primeira etapa de execução das construções, pois informações de dados anteriores foram compartilhados pelos técnicos da construtora responsável pelas obras. Deste modo houve um número maior de etapas para os resultados do trabalho.

Quanto ao quantitativo, as informações geradas foram mediante o número de caçambas estacionárias, caminhões e outras formas de retirada de resíduos usadas durante o período da obra. Conforme informado, em geral as caçambas estacionárias possuem volume de 5,00 m³, enquanto que caminhões para retirada de madeira podem variar de 12 a 30 m³. Para este acompanhamento elaborou-se pela Tabela 08, de controle da destinação dos RCCs, apresentada a seguir, contendo as informações de resíduos retirados, qual o tipo de transporte, datas de entrada e saída, qual fase que a obra estava e volume retirado.

Tabela 08: Controle de destinação de RCC

Controle de Obra					
Material	Transporte	Chegada	Saída	Volume	Fase da Obra

Fonte: Autor (2021)

Para se determinar a massa total de RCC gerado nas obras, realizou-se a coleta de amostras para cada retirada de material do canteiro, que foi possível durante o tempo de execução do trabalho, seguindo o procedimento conforme a norma sobre amostragem de resíduos sólidos, ABNT NBR 10.007/2004. Esta norma determina como deve ser executada a retirada de materiais em um monte ou pilha de resíduos, neste caso, houve retirada das caçambas estacionárias, pilha de resíduos e caminhões truck.

O procedimento ocorreu da seguinte forma, para cada caçamba que foi usada nas obras foram retirados materiais em 4 locais distintos dela, em seguida com o que foi retirado nestes pontos, foram coletadas 3 amostras com volume padronizado, no caso um balde com aproximadamente 30L. Estas amostras foram levadas para análise em laboratório com objetivo de estimar a massa (kg) e densidade aparente dos resíduos (kg/m^3), através da Equação 7:

$$D = P/V \quad (7)$$

Onde:

D = densidade (kg/m^3)

P = massa (kg)

V = volume (m^3)

Com base nos dados de resíduos da construção e taxas de geração de resíduos a serem obtidas na seção 4.3 do trabalho, foram efetuadas as devidas análises para cada empreendimento. As observações levaram em conta as etapas das obras e características construtivas que alguma obra possa ter apresentado. Por fim, a taxa de geração foi comparada com o que a literatura indica, com o intuito de

analisar se a geração está de acordo com a média geral de estudos anteriores, para as inconformidades levantou-se os possíveis motivos para essa diferença.

É interessante obter o volume e taxa de geração também por etapas construtivas para avaliar se as características de cada equipe de mão de obra influencia nos resultados.

3.4 Proposição de alternativas para uma melhor gestão de resíduos

As obras realizadas por pequenas empreiteira, embora possua técnicas que podem ser consideradas um pouco arcaicas, que são executadas praticamente da mesma maneira há muito tempo, ela sempre procura evoluir, pelo menos em detalhes, para facilitar as execuções. Muitas técnicas construtivas adequaram-se a padrões mais eficientes de construção, realizadas de forma a se reduzir a geração de RCC. Partindo deste princípio e com base nos dados levantados, foram propostas neste trabalho soluções a fim de minimizar a geração de resíduos em obras, aliado a isso alternativas para melhorar a gestão dos resíduos em obra.

Um ponto interessante a ser observado, é o fato das obras da Construtora M serem executadas por empresas terceirizadas de mão de obra, assim cada obra possui uma empreiteira, por mais que haja um acompanhamento dos engenheiros da construtora cada equipe possui particularidades em técnicas executivas de construção que influencia na taxa de geração

Houve a realização de conversas com a equipe da construtora a fim de validar e verificar a viabilidade de procedimentos para gestão de resíduos nas obras, e incentivar o que estava começando a ser implantado. O intuito dessa ideia era avaliar se resultavam na diminuição do volume de RCC gerado.

4 RESULTADOS

Neste capítulo estão apresentados os resultados da metodologia aplicada às obras 1 e 2 da Construtora M que foram possíveis de serem acompanhadas no período da pesquisa. É apresentada a caracterização das obras diagnosticadas, um panorama dos procedimentos de gestão dos RCC nas mesmas, uma análise comparativa com a legislação da área e do que pode ser melhorado ou introduzido na gestão dos RCC, assim como, dados de quais tipos de RCC foram gerados e qual foi a taxa de geração.

4.1 Levantamento dos procedimentos de gestão dos resíduos nas obras

4.1.1 Caracterização das obras

4.1.1.1 Obra 1

A primeira obra escolhida está localizada no bairro Sertão do Maruim, São José, SC. Este empreendimento foi chamado de “Obra 1”, é uma residência unifamiliar de alto padrão, de dois pavimentos e área total de 294,03 m². A construção começou no dia 26/05/2021 e a previsão de entrega é na segunda quinzena do mês de Maio de 2022. A seguir são apresentadas imagens do projeto da edificação.

O método construtivo utilizado na construção é alvenaria de vedação com tijolos de 14 cm e concreto armado. As esquadrias das janelas são todas de alumínio enquanto que as portas em madeira. O revestimento interno escolhido para piso e paredes das áreas molhadas é em porcelanato, nas demais paredes tanto interno quanto externo será com pintura, enquanto que para a área externa frontal da casa é planejado com pedra e nas laterais e fundos com grama. A cobertura possui telhado com estrutura em madeira do tipo pinus tratado e telhas de fibrocimento 6mm, além de áreas com laje impermeabilizada.

Imagem 02: Fachada frontal Obra 1



Fonte: Construtora M (2021)

Imagem 03: Fachada fundos Obra 1



Fonte: Construtora M (2021)

4.1.1.2 Obra 2

A segunda obra fica localizada no mesmo condomínio da obra 1, no bairro sertão do Maruim, São José, SC. É uma residência unifamiliar de dois pavimentos, com área total construída de 212,98 m². A construção começou no dia 17/05/2021 e tem prazo de conclusão para o mês de Abril de 2022.

A estrutura da casa foi executada em concreto armado com alvenaria de vedação realizada em tijolos de 14 cm para paredes externas e tijolos de 11,5 cm para paredes internas. As paredes da garagem servem como parede de contenção e com isso serão executadas com blocos de concreto grauteados. As esquadrias das portas serão em madeira e as janelas em alumínio.

O revestimento interno do piso foi planejado com o tipo vinílico para a maioria dos ambientes, somente os banheiros serão em porcelanato, para as áreas externas será em porcelanato na área gourmet e em volta da piscina, nas demais áreas externas será colocada grama. O revestimento das paredes internas será realizado com cerâmica nas áreas molhadas e pintura nos demais ambientes, na área externa somente pintura e cimalhas de isopor. A cobertura possui uma laje técnica impermeabilizada com manta asfáltica e o restante do telhado com estrutura em madeira do tipo pinus tratado e telhas de fibrocimento de 6mm. Será necessário uma parede de contenção na área da piscina, que por projeto será em concreto armado.

Imagem 04: Fachada frontal Obra 2

Fonte: Construtora M (2021)

Imagem 05: Fachada Fundos obra 2

Fonte: Construtora M (2021)

4.1.2 Acompanhamento das obras

Durante o período destinado ao acompanhamento das obras foi possível observar etapas da terraplanagem até ao reboco para obra 1 e da terraplanagem até o contrapiso para obra 2. Inicialmente as obras haviam seu término previsto para final de março de 2022, com isso havia-se planejado para acompanhar as etapas praticamente até a fase de acabamento das duas obras, porém por algumas situações internas da construtora houveram ajustes no período de execução. Assim, os prazos de entrega foram alterados para a segunda semana do mês de maio de 2022 na obra 1 e para final do mês de abril na obra 2.

4.1.2.1 Etapas obra 1

A etapa de terraplanagem, estrutura e alvenaria foi acompanhada por completo no tempo de acompanhamento. Além destas etapas, grande porcentagem da parte de revestimentos em argamassa foi possível de ser visualizada em conjunto com as anteriores. A partir da Tabela 09 são exemplificadas as principais atividades conforme o tempo de execução.

Tabela 09: Etapas da obra 1

Período	Etapa	Sub etapa	Imagem
Abril/2021	Terraplanagem		05
Maio/2021	Terraplanagem	Desmonte de rocha	06
Junho/2021	Obra paralisada		-
Julho/2021 (a partir 21/07)	Instalações provisórias	Montagem do barracão	07
Agosto/2021	Locação e estrutura	Sapatas + pavimento garagem	08
Setembro/2021	Estrutura	Pavimento intermediário 1	09
Outubro/2021	Estrutura	Pavimento 1	10
Novembro/2021	Estrutura	Pavimento 2	11
Dezembro/2021	Estrutura	Cobertura	12 / 13 / 14 / 15 / 16 / 17
	Vedações - Alvenaria	Pavimento 1	
Janeiro/2022	Estrutura	Reservatório	18
	Instalações elétricas	Infraestrutura elétrica	
	Vedações - Alvenaria	Garagem + Pavimento 1 + Pavimento 2	
Fevereiro/2022	Estrutura	Escadas	19
	Vedações - Alvenaria	Reservatório	
	Revestimento em argamassa - Reboco	Pavimento 2	

Fonte: Autor (2022).

A seguir estão representadas por imagens o progresso das etapas da obra escolhida como objeto para o diagnóstico e geração da taxa de RCC da construção. Desde a terraplanagem até a fase atual que finalizou o período destinado ao seu acompanhamento.

Imagem 06: Terraplanagem



Fonte: Autor (2021).

Imagem 07: Terreno após desmonte de rocha



Fonte: Autor (2021).

Imagem 08: Instalações provisórias



Fonte: Autor (2021).

Imagem 09: Locação



Fonte: Autor (2021).

Imagem 10: Estrutura pavimento intermediário 1



Fonte: Autor (2021).

Imagem 11: Estrutura pavimento 1



Fonte: Autor (2021).

Imagem 12: Estrutura pavimento 2



Fonte: Autor (2021).

Imagem 13: Estrutura pavimento cobertura



Fonte: Autor (2021).

Imagem 14: Estrutura do pavimento cobertura



Fonte: Autor (2021).

Imagem 15: Estrutura da laje de cobertura



Fonte: Autor (2021).

Imagem 16: Estrutura do pavimento cobertura



Fonte: Autor (2021).

Imagem 17: Início da alvenaria



Fonte: Autor (2022).

Imagem 18: Etapa de Alvenaria



Fonte: Autor (2022).

Imagem 19: Estrutura/infraestrutura elétrica/vedações



Fonte: Autor (2022).

Imagem 20: Estrutura/vedações/reboco



Fonte: Autor (2022).

4.1.2.2 Etapas obra 2

No acompanhamento da obra 2 foi possível visualizar algumas etapas a mais em relação à obra 1. Além das etapas da obra 1 foram visualizadas as execuções das instalações hidrossanitárias, reboco externo, cobertura do telhado, instalação de contramarcos e contrapiso. A Tabela 10 exemplifica as etapas com o período que foram realizadas.

Tabela 10: Etapas da obra 1

Período	Etapa	Sub etapa	Imagem
Maio/2021	Terraplanagem		20
	Instalações provisórias	Montagem do barracão	
Junho/2021	Estrutura	Sapatas + Pavimento garagem	21
	Locação		
Julho/2021	Estrutura	Pavimento 1	22
Agosto/2021	Estrutura	Pavimento 2 + Pavimento Cobertura	23
Setembro/2021	Alvenaria	Pavimento 1 + Pavimento 2	24
	Estrutura	Reservatório	
Outubro/2021	Elétrica	Infraestrutura elétrica	25
	Hidrossanitário	Instalações hidrossanitárias	
Novembro/2021	Alvenaria	Reservatório	26
	Reboco	Pavimento 1 + Pavimento 2	
Dezembro/2021	Reboco	Externo	27
	Instalação contramarcos		
Janeiro/2022	Reboco	Externo	28
	Hidrossanitário	Instalações hidrossanitárias	
Fevereiro/2022	Cobertura	Estrutura telhado e telhamento	29
	Contrapiso	Pavimento 1 + Pavimento 2	

Fonte: Autor (2022).

A seguir estão algumas imagens do progresso da obra desde o início até o prazo final disponível para o acompanhamento da obra.

Imagem 21: Terraplanagem/Instalações provisórias



Fonte: Autor (2021).

Imagem 22: Estrutura/locação



Fonte: Autor (2021).

Imagem 23: Estrutura pavimento 1



Fonte: Autor (2021).

Imagem 24: Estrutura pavimento 2/cobertura



Fonte: Autor (2021).

Imagem 25: Estrutura reservatório/alvenaria



Fonte: Autor (2021).

Imagem 26: Infraestrutura elétrica/hidrossanitária



Fonte: Autor (2021).

Imagem 27: Alvenaria/reboco



Fonte: Autor (2021).

Imagem 28: Reboco/instalação contramarcos



Fonte: Autor (2021).

Imagem 29: Reboco/instalações hidrossanitárias



Fonte: Autor (2021).

Imagem 30: Cobertura/Contrapiso



Fonte: Autor (2021).

4.1.3 Procedimentos de gestão

De acordo com o questionário do apêndice A foram levantadas informações relevantes referente ao tratamento dos RCC nas obras de estudo.

A construtora não possui um PGRCC estruturado, logo, as obras da empresa não possuem nenhum plano de gestão dos resíduos, ficando sob a responsabilidade dos engenheiros, auxiliares e estagiários responsáveis por cada obra ordenarem as diretrizes a serem implementadas.

4.1.3.1 Processo de segregação

O canteiro de obras da obra 1 possui espaço reduzido e de difícil acesso por conta da topografia do local, foi solicitado ao vizinho ceder o terreno para ajudar na separação e estoque dos materiais. Porém só alguns resíduos são separados de acordo com classe e tipo, como exemplo há a madeira e aço.

Em relação ao acondicionamento de materiais, as madeiras inicialmente eram deixadas na parte frontal do canteiro, imagem 31, entretanto após o início da alvenaria a central de argamassa foi instalada nesse local e as madeiras foram para o terreno lateral em uma pilha para descarte, imagem 32. Os restos de armadura são separados na parte superior do terreno, próximo onde estava instalada a central

de armadura. Os restos de tijolos ficavam espalhados pelo terreno vizinho, sem o devido acondicionamento.

Imagem 31: Pilha de madeira na parte frontal do terreno



Fonte: Autor (2022).

Imagem 32: Pilha de madeira no terreno vizinho



Fonte: Autor (2022).

Conforme apresentado na Tabela 11 a segregação dos RCC não obedece a procedimentos recomendados, as madeiras são jogadas em uma pilha a espera da coleta, outros materiais como restos de tijolos são recolhidos somente na hora em que a caçamba estacionária está na obra, outros resíduos são deixados em locais que ao final da obra já será necessário aterro.

Na obra não há um tipo de reaproveitamento e reciclagem definido, somente as madeiras, que na hora da desforma são separadas algumas tábuas e régua que tem potencial para serem limpas e reutilizadas como formas novamente.

Tabela 11: Resumo tratamento de resíduos obra 1

TIPO DE RESÍDUO	TRIAGEM	ARMAZENAMENTO 1	ARMAZENAMENTO 2	APROVEITAMENTO	SEM DESTINO	CAIXA COLETORA
Madeira	-	pilha descoberta na frente da obra	pilha descoberta no terreno vizinho	parte usada para fazer novas formas de caixaria		Retirado em caçamba estacionária apropriada
Tijolos					Espalhados pelo terreno	Encaminhado para caçamba estacionária
Resto de armadura	separados na parte superior do terreno					Encaminhado para caçamba estacionária
Outros materiais				Parte é deixado em locais do terreno onde será usado no aterramento.		Encaminhado para caçamba estacionária

Fonte: Autor (2022)

Na obra 2 o terreno possibilita uma melhor disposição dos materiais, além disso foi solicitado aos proprietários dos terrenos vizinhos para cederem espaço como canteiro e permitiram o uso. Entretanto o acondicionamento dos materiais estava um pouco desorganizado, conforme é possível perceber nas informações contidas na Tabela 12.

Tabela 12: Resumo tratamento de resíduos obra 2

TIPO DE RESÍDUO	TRIAGEM	ARMAZENAMENTO 1	ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO	APROVEITAMENTO	SEM DESTINO	CAIXA COLETORA
Madeira		Pilhas descoberta pelo terreno próprio e vizinhos	Pilhas descoberta no terreno vizinho	Limpas e organizadas para enviar a outra obra da construtora		Retirado em caçamba estacionária apropriada
Tijolos					Espalhados pelo terreno	Encaminhado para caçamba estacionária
Resto de armadura	Separado na parte frontal do terreno					Encaminhado para caçamba estacionária
Outros materiais					Parte deixada em locais para aterro	Encaminhado para caçamba estacionária

Fonte: Autor (2022)

As madeiras, durante a obra, foram separadas em algumas pilhas e não centralizadas em somente um local. As sobras de aço foram destinadas a uma caixa na frente da obra para futuro recolhimento. Em relação aos tijolos em volta da obra há um volume grande que não era recolhido, porém este entulho resultante da alvenaria será utilizado como aterro para lajes laterais de acesso da residência.

Uma ação interessante em relação ao aproveitamento de materiais foi em relação às madeiras. A construtora M contratou duas pessoas para limpar e organizar madeiras de desforma por dois dias. Ao final desse período uma grande quantidade de madeira foi gerado e organizado um transporte para ser usado em outra obra da empresa. A imagem 33 apresenta a pilha de madeira resultante para reaproveitamento.

Imagem 33: Madeira para reaproveitamento

Fonte: Autor (2022)

4.1.3.2 Custos de destinação final

O descarte dos RCCs é realizado por meio de empresa terceirizada de entulhos, com o valor de R\$230,00 por caçamba estacionária, de 5 m³ e com materiais classe B e C, além de empresa especializada de retirada de madeira, que cobra um valor de R\$600,00 por cada caçamba de 30m³. Para retirada de solo e rocha com caminhão truck o valor foi diferenciado para as retidas, variando de R\$100,00 a R\$300,00 por caçamba.

A primeira retirada de madeira da obra 1 foi realizada por uma empresa que cobrou R\$280,00 por uma caçamba basculante de 12 m³. Entretanto os descartes de material na obra não são constantes, ao final de cada desforma dos pavimentos e quando há um volume considerável de entulho ao redor da obra que é contratado algum serviço.

Na obra 2 os valores para retirada de material se mantém, como as obras estão no mesmo condomínio uma retirada de madeira teve a caçamba compartilhada, recolhendo uma quantidade na obra 1 e depois completando o volume da caçamba na obra 2.

Durante o período de acompanhamento foram solicitadas 1 caçamba estacionária e 3 recolhimento de madeira para obra 1. A obra 2 teve 4 caçambas estacionárias contratadas e um recolhimento de madeira. A caçamba estacionária fica a disposição na obra por 3 dias úteis, entretanto se necessário é possível negociar com a empresa para ficar alguns dias a mais no canteiro de obras.

As retiradas de solo decorrente da terraplanagem tiveram uma variação no valor decorrente da quantidade de caçambas retiradas e do período de retirada, com um aumento no decorrer do tempo. A Tabela 13 resume os tipos de coletas realizadas e valores referentes destes serviços.

Tabela 13: custo das caçambas estacionárias de acondicionamento de resíduos

Tipo de coletor	Capacidade (m3)	Custo (R\$)	Tipo de resíduo
caçamba estacionária	5	230,00	entulho / madeira / aço / plástico/ papel
Caçamba caminhão	12	280,00	madeira
Caçamba caminhão	12	300,00	Rocha
Caçamba caminhão	12	100,00	Solo
Caçamba caminhão	12	200,00	Solo
Caçamba caminhão	12	250,00	Solo
Caçamba estacionária	30	600,00	madeira

Fonte: Autor (2022)

Os funcionários da construtora sempre sugerem para a equipe de mão de obra que seja realizada uma gestão dos resíduos na obra, otimizando o uso de insumos, usando o necessário e reaproveitando o que é possível. Porém todos os trabalhadores são terceirizados, sendo uma empreiteira responsável e conseqüentemente é difícil a conscientização destes trabalhadores.

Em relação ao reaproveitamento de madeira ocorrido na obra 2 comentado na seção 4.1.3.1, a construtora pagou o valor de R\$300,00 por trabalhador para trabalhar os dois dias, mais o valor do frete para transportar a madeira para outra obra. O volume gerado de madeira com a limpeza e organização foi de aproximadamente 3 m³, com esse investimento da construtora não seria possível comprar 1 m³ de madeira para utilização em formas, comprovando que há sim um retorno interessante no reaproveitamento de alguns materiais.

4.2 Avaliação dos procedimentos adotados na gestão de resíduos considerando as orientações das legislações vigentes

A partir das informações obtidas na seção 4.1 é possível analisar e avaliar se as ações realizadas com os resíduos gerados em obra se adequam com o que determinam as legislações que estão exemplificadas no referencial teórico deste trabalho.

A Resolução do CONAMA nº 307 de 2002 é o norteador das ações a serem seguidas nas construções. Os procedimentos adotados nas obras analisadas, servirão para avaliar se estão de acordo com o que é determinado.

É determinado pela resolução 307 do CONAMA os procedimentos que devem ser seguidos tanto por pequenos quanto grandes geradores. Os pontos principais citados estão relacionados aos planos de gestão de resíduos para empreendimentos, os principais temas são responsabilidades, gerenciamento, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos da construção.

4.2.1 Responsabilidades

Os geradores possuem total responsabilidade pela geração dos resíduos, no caso a construtora, com isso ela deve ter sempre um pensamento de não geração, e caso ocorra, tentar reduzir ou reutilizar o que é gerado. A maioria das etapas possuem uma definição de ordem de execução para otimizar o aproveitamento dos materiais, estando alinhado com essa diretriz. Entretanto algumas etapas da obra 1 e 2 a partir da alvenaria precisaram ser aceleradas e isso ocasionou alguns gastos de materiais que no correto andamento não apareceriam.

Exemplo da geração desnecessária foram os rasgos nas paredes que precisaram ser executados para instalação de infraestrutura elétrica em ambas as obras. As paredes já haviam sido rebocadas, então além da cerâmica, houve o corte na argamassa do reboco, gerando este resíduo a mais.

4.2.2 Gerenciamento

Quando gerados, os resíduos são identificados quanto às suas classes, para ver onde podem ser depositados e como devem ser destinados. É realizada uma triagem conforme as classes identificadas, antes de serem acondicionados, porém há falhas no acondicionamento de certos resíduos e isso impacta na triagem para que os materiais sejam levados aos locais corretos de acondicionamento.

4.2.3 Acondicionamento

O canteiro da obra 1 possui espaço limitado, pelas dimensões do terreno e topografia complicada. Desde o início tentou-se aproveitar o espaço ao máximo para depósito de matéria prima e resíduos gerados. Após um certo tempo de início da obra foi realizada uma solicitação ao vizinho para usar seu terreno como apoio, solicitação aprovada.

Na obra 2 o terreno possibilita espaços que os resíduos podem ser melhor acondicionados em relação à obra anterior, foi solicitado aos terrenos vizinhos espaços para deixar materiais e não atrapalhar no andamento da obra.

Por conta destas dificuldades, que são encontradas em outras obras da construtora e também por conta da mão de obra, não há locais de acondicionamento adequados para os materiais. Os materiais também muitas vezes são empilhados de forma inadequada, entretanto há um alinhamento dos funcionários da construtora com os trabalhadores para tentar deixar esses locais mais adequados.

Um exemplo de acondicionamento de resíduos é a madeira da obra 1, o local deste material sofreu alteração com o decorrer do tempo, inicialmente estava na entrada da obra, porém com o tempo foi para o terreno do vizinho, local utilizado até este momento.

Outro material que deve ser melhorado o seu acondicionamento são os restos de tijolos, estes materiais estão espalhados pelos terrenos e deveriam ser separados em um lugar reservado. Mesmo que na maioria das vezes servirão de aterro, é importante não deixá-los jogados em volta da construção.

4.2.4 Transporte

As retiradas de resíduos das obras são realizadas por empresas terceirizadas, estas possuem suas respectivas licenças e estão aptas a atuar neste tipo de atividade. O transporte de resíduos da classe A e B foram realizados por caçambas estacionárias e o transporte de madeiras ,classe B, preferencialmente realizado por caminhões com caçambas com volume de 30m³.

Na coleta de madeira duas empresas foram contratadas durante a obra 1, na primeira uma empresa A e na segunda e terceira coleta uma empresa B. Para a coleta na obra 2 inicialmente caçambas estacionárias foram contratadas para retirada de madeira, porém posteriormente a empresa especializada foi contratada.

A construtora M tem como padrão sempre a coleta de madeiras das suas obras por empresas especializadas na coleta deste material. Ela tem como preferência sempre contratar a empresa que foi responsável pela segunda e terceira coleta da obra 1, que conseqüentemente foi a empresa pela coleta de madeira em caminhão na obra 2, entretanto por causa de disponibilidade e necessidade de retirar resíduo da obra 1 a empresa A foi contratada para fazer a primeira coleta de material e na obra 2 foram utilizadas caçambas estacionárias para as primeiras retiradas de madeira.

4.2.5 Destinação

Cada classe possui sua destinação adequada, as empresas terceirizadas contratadas seguem o que é determinado para cada classe de resíduo. A empresa coletora de caçambas estacionárias possui um aterro onde destina os resíduos coletados, este aterro possui todas as licenças necessárias para funcionamento. As empresas responsáveis pela coleta de madeira também destinam de forma adequada estes resíduos, a empresa A leva para aterro onde possam separar estes materiais, enquanto que a empresa B realiza a trituração destes materiais e vende como combustível, exemplo da utilização destes pedaços triturados de madeira são em caldeiras.

4.3 Análise quantitativa e qualitativa dos RCC gerados nas obra

A partir dos dados coletados nas obras, foram levantados os tipos de resíduos gerados e sua classificação. Além disso, foi realizado um levantamento para saber a quantidade de material gerada para descarte em cada obra por meio das retiradas de materiais, com isso pode-se gerar uma taxa de geração de resíduos.

4.3.1 Levantamento qualitativo

Com base nas etapas executadas descritas na Tabela 09 e 10, identificou-se a geração de diferentes resíduos nas duas obras. Na Tabela 14, são apresentados os resíduos e na Tabela 15 os mesmos são classificados conforme a resolução CONAMA N° 307.

Tabela 14: Etapas x Resíduos gerados na obra 1

Etapa Construtiva	Resíduo OBRA 1	Resíduo OBRA 2
Terraplanagem	Solo (argila)	Solo (argila)
Desmonte de rocha	Rocha	-
Instalações provisórias	Madeira	Madeira
Locação	Madeira	Madeira
Estrutura	Madeira Concreto Metal Aço	Madeira Concreto Metal Aço
Vedações - Alvenaria	Cerâmica Cerâmica com argamassa Papel	Cerâmica Cerâmica com argamassa Papel
Instalações elétricas	Plástico Cerâmica Argamassa	Plástico Cerâmica Argamassa
Estrutura de cobertura		Madeira Telha fibrocimento
Revestimento em argamassa - Reboco	Argamassa	Argamassa

Fonte: Autor (2022)

Estes resíduos gerados correspondem a diferentes classes, conforme exemplificado no referencial teórico, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 307 de 2002, estes materiais correspondem às seguintes classes.

Tabela 15: Classes dos resíduos gerados na obra 1

Classe	Resíduo OBRA 1	Resíduo OBRA 2
A	Concreto	Concreto
	Argamassa	Argamassa
	Cerâmica	Cerâmica
	Cerâmica com argamassa	Cerâmica com argamassa
	Rocha	Telha fibrocimento
	Solo (argila)	Solo (argila)
B	Madeira	Madeira
	Metal	Metal
	Papel	Papel
	Plástico	Plástico
	Aço	PVC
	-	Aço

Fonte: Autor (2022)

As etapas desenvolvidas nas obras no período observado apresentam somente classe de material A e B, normalmente outras classes são geradas em etapas de fase de acabamento, pois possuem materiais que podem contaminar ambientes ou então que na sua produção possuem aditivos perigosos.

4.3.2 Levantamento quantitativo

4.3.2.1 Obra 1

Todo material coletado por empresas terceirizadas para a destinação final adequada foram quantificados e em seguida realizado os levantamentos propostos pela metodologia. As tabelas a seguir descrevem as retiradas ocorridas nas obras.

Tabela 16: Controle de retirada de resíduos obra 1

Controle da Obra 1					
Material	Transporte	Chegada	Saída	Volume (m3)	Fase da Obra
Solo (argila)	Caminhão-truck	28/04/2021	28/04/2021	168	Terraplanagem
Solo (argila)	Caminhão-truck	27/05/2021	28/05/2021	240	Terraplanagem
Rocha	Caminhão-truck	28/05/2021	31/05/2021	108	Terraplanagem
Madeira	Caminhão-truck	12/11/2021	12/11/2021	12	Estrutura
Madeira	Caçamba	07/12/2021	07/12/2021	15	Estrutura
Cerâmica - Argamassa - Plástico - Papel - metal	Caçamba estacionária	11/01/2022	20/01/2022	3	Alvenaria Instalações elétricas
Madeira	Caçamba	20/01/2022	20/01/2022	27	Estrutura

Fonte: Autor (2022)

As primeiras coletas de resíduos aconteceram antes do início do trabalho, com isso não foram coletadas amostras na hora da retirada. Entretanto para o solo foi realizada uma coleta de amostra na obra, imagem 34, e assim calculada sua densidade. Para a rocha o valor da densidade foi retirado da literatura.

Imagem 34: Amostra de solo

Fonte: Autor (2022)

Porém nas coletas restantes foram coletadas 3 amostras para cada uma. Essas amostras possuíam um recipiente com volume padrão e foram obtidos os

dados para calcular a densidade dos resíduos, conforme descrito na metodologia. Na Tabela 17 contém o controle das amostras ensaiadas e na Imagem 34a a pesagem das amostras em diferentes datas de ensaio.

Tabela 17: Controle de amostras

Amostras						
Data de análise	Número	Sequência	Resíduo principal	Volume (m ³)	Massa (kg)	Densidade (kg/m ³)
26/11/2021	1	1A	Madeira	0,0207	7,4	357,49
		1B		0,0207	7,0	338,16
		1C		0,0207	6,6	318,84
17/12/2021	2	2A	Madeira	0,0207	7,5	362,32
		2B		0,0207	7,3	352,66
		2C		0,0207	5,6	270,53
21/01/2022	3	3A	Cerâmica	0,0207	14,8	714,98
		3B		0,0207	16,3	787,44
		3C		0,0207	14,3	690,82
21/01/2022	4	4A	Madeira	0,0207	4,4	212,56
		4B		0,0207	4,4	212,56
		4C		0,0207	4,6	222,22
18/02/2022	5	5A	Solo (Argila)	0,0207	21,9	1057,97

Fonte: Autor (2022).

Imagem 34a: Coleta de amostras

26/11/2021- madeira



17/12/2021 - madeira



21/01/2022 - entulho



21/01/2022- madeira



Fonte: Autor (2022)

4.3.2.2 Obra 2

As coletas de resíduos em obra foram disponibilizadas com a equipe responsável da construtora pela obra. Com isso, foi possível realizar o controle das retiradas de material do canteiro, conforme é exemplificado na Tabela 18.

Tabela 18: Controle de retirada de resíduos obra 2

Controle da Obra 2					
Material	Transporte	Chegada	Saída	Volume (m3)	Fase da Obra
Solo (argila)	Caminhão-truck	17/05/2021	17/05/2021	276	Terraplanagem
Madeira/Entulho	Caçamba estacionária	10/08/2021	13/08/2021	5	Estrutura
Madeira	Caçamba estacionária	20/08/2021	25/08/2021	5	Estrutura
Madeira	Caçamba estacionária	20/08/2021	25/08/2021	5	Estrutura
Madeira	Caminhão caçamba	07/12/2021	07/12/2021	16	Reboco/Instalações Hidrossanitárias
Entulho	Caçamba estacionária	09/12/2021	15/12/2021	5	Reboco/Instalações Hidrossanitárias

Fonte: Autor (2022)

As coletas de resíduos foram realizadas porém não foram retiradas amostras de cada uma. Inicialmente essa obra não seria foco de estudo, entretanto por problemas internos da construtora, foi necessário utilizar esse empreendimento para conseguir contemplar os objetivos do trabalho.

As amostras da obra 1 geraram dados que serão replicados para a análise das taxas na obra 2. Isso é capaz pelo fato das retiradas serem de mesmos materiais e conseqüentemente geram densidades similares.

4.3.3 Taxa de resíduos gerados na obra

Após a coleta de amostras foi possível gerar uma taxa de geração de resíduos durante as etapas executadas nas obras até o período final de acompanhamento deste trabalho. Para cada etapa construtiva foi levantada uma taxa de geração de resíduos e com base nestas etapas pode-se ter a taxa geral para cada obra.

Durante a apresentação das etapas isoladas não é possível realizar uma comparação com outros trabalhos já estudados pelo fato deles apresentarem somente uma taxa final das construções. Com isso, ao final da seção será realizado uma análise a partir da taxa de geração total das obras 1 e 2 com as taxas de geração contidas no referencial teórico.

4.3.3.1 Terraplanagem

4.3.3.1.1 Obra 1

Na etapa de terraplanagem foram gerados dois tipos de materiais, solo e rocha. O solo foi uma argila, conforme é constatado no ensaio de sondagem SPT realizado e disponibilizado pela construtora, foi coletada uma amostra de material do solo e realizada a análise para encontrar a densidade adotada no trabalho. A rocha existente detonada na obra não foi possível de obter amostra, porém para os cálculos deste trabalho será adotada a densidade de 2.600 kg/m³, uma média das rochas encontradas na região. Porém como a quantidade de rochas retiradas nos caminhões não foi uniforme, há vazios, será considerado 75% desta densidade, resultando em 1950 kg/m³.

Tabela 19: Taxa de geração resíduos da terraplanagem

Resíduo	Densidade média (kg/m ³)	Volume (m ³)	Massa (kg)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)
Solo	1057,97	408	431.652,18	642252,18	2184,31
Rocha	1950	108	210600,00		

Fonte: Autor (2022)

A quantidade de material removido na terraplanagem gerou uma grande quantidade de volume. Houve uma taxa de 2184,31 kg por m² de área construída somente na etapa de terraplanagem.

4.3.3.1.2 Obra 2

Na etapa de terraplanagem da obra 2 foi retirado solo do tipo argila, este material é o mesmo que o encontrado no terreno da obra 1. Como as obras são próximas, os terrenos possuem similaridade entre eles. Ao total na obra foram retiradas 23 caçambas nesta etapa.

Tabela 20: Taxa de geração resíduos da terraplanagem

Resíduo	Densidade média (kg/m ³)	Volume (m ³)	Massa (kg)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)
Solo	1057,97	276	292000,00	292000,00	1371,03

Fonte: Autor (2022)

A taxa de geração de resíduos para etapa de terraplanagem da obra 2 foi de 1371,03 kg/m².

4.3.3.2 Estrutura

4.3.3.2.1 Obra 1

A etapa de estrutura teve um volume alto de materiais gerados, sendo a madeira o principal material. O aço da obra foi comprado como cortado e dobrado, somente as sapatas e escadas foram comprados em barra, isso acarretou em um excelente aproveitamento do material e uma baixa geração de resíduos. A Tabela 21 apresenta a densidade média das coletas realizadas acompanhada do volume total de resíduo, mostrando ao final a taxa de geração para a etapa de estrutura.

Tabela 21: Taxa de geração resíduos da estrutura

Coleta	Densidade média (kg/m ³)	Volume (m ³)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)
1	294,15	54	15884,06	54,03
2				
4				

Fonte: Autor (2022)

A taxa de geração por m² construído do empreendimento apresentou um valor de 54,03 kg/m² de resíduos.

4.3.3.2.2 Obra 2

O aço da obra 2 foi comprado cortado e dobrado para as estruturas a partir das sapatas, isso gerou uma otimização no uso do material. Outro ponto importante é que a escada de acesso do pavimento térreo ao pavimento superior não foi executada in loco, ela será do tipo pré-moldada e sua instalação é realizada somente no acabamento da obra. O principal resíduo resultante desta etapa foi a madeira das formas, que mesmo sendo uma quantidade reaproveitada, gerou o volume que está apresentado na Tabela 22.

Tabela 22: Taxa de geração resíduos da estrutura

Resíduo	Densidade média (kg/m ³)	Volume (m ³)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)
Madeira	294,15	31	9118,65	42,82

Fonte: Autor (2022)

A etapa de estrutura da obra 2 gerou uma taxa de descarte de resíduos com o valor de 42,82 kg/m².

4.3.3.3 Vedações/Revestimento argamassado/instalações elétricas

4.3.3.3.1 Obra 1

Após a estrutura foi possível acompanhar o fechamento da obra com alvenaria, revestimento argamassado com a execução do reboco e execução da infraestrutura elétrica, compreendendo a instalação dos eletrodutos e caixas de elétrica. Foi realizada uma coleta somente de materiais por meio de uma caçamba estacionária. Mais materiais foram gerados mas os mesmos aproveitados como aterro na própria obra, com isso não foram contabilizados como resíduos gerados pela obra. A seguir, a Tabela 23 mostra os valores de resíduos referente a coleta 3.

Tabela 23: Taxa de geração de resíduos de vedação, revestimentos argamassado e instalações elétricas

Coleta	Densidade média (kg/m ³)	Volume (m ³)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)
3	731,08	3	2193,24	7,46

Fonte: Autor (2022)

O terreno da obra é uma muito acidentado, com isso foi necessário uma quantidade grande de entulho para aterrar algumas partes, esse aterro foi realizado com os próprios materiais gerados na obra. Esse fato diminui a quantidade de resíduos a serem descartados e a quantidade de caçambas a serem usadas, considerando somente o material descartado do canteiro de obras levantou-se um valor de 7,46 kg/m².

4.3.3.3.2 Obra 2

As etapas que sucederam a estrutura tiveram apenas uma coleta de material, como foi observado no acompanhamento da construção. Foi possível preencher uma caçamba estacionário por completo com os resíduos resultantes dessas etapas. A Tabela 24 possui a relação praticada para esses resíduos.

Tabela 24: Taxa de geração de resíduos de vedação, revestimentos argamassados, estrutura de cobertura, instalações elétricas e hidrossanitárias

Coleta	Densidade média (kg/m ³)	Volume (m ³)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)
Entulho	731,08	5	3655,4	17,16

Fonte: Autor (2022)

Gerou-se uma taxa de 17,16 kg/m² para as etapas executadas de alvenaria, reboco, estrutura de cobertura, instalações elétricas e hidrossanitárias.

4.3.3.4 Geral

4.3.3.4.1 Obra 1

Com base nas etapas da obra analisada foi possível calcular uma taxa média da obra para o descarte de resíduos, essa taxa encontra-se na Tabela 25.

Tabela 25: Taxa média de geração de resíduos

Etapa	Massa (kg)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)	Taxa média (kg/m ²)
Terraplanagem	642252,18	660329,48	2184,31	2245,80
Estrutura	15884,06		54,03	
Alvenaria / Reboco / Infraestrutura elétrica	2193,24		7,46	

Fonte: Autor (2022)

A taxa média de geração de resíduos descartados da obra 1 analisada foi de 2245,80 kg/m²

4.3.3.4.2 Obra 2

A partir das taxas de geração por etapas de construção da obra 2, foi realizada uma taxa total para o descarte de resíduos. A Tabela 26 possui a combinação dos valores para alcançar a taxa.

Tabela 26: Taxa média de geração de resíduos

Etapa	Massa (kg)	Massa total (kg)	Taxa (kg/m ²)	Taxa média (kg/m ²)
Terraplanagem	292000,00	304774,05	1371,03	1431,00
Estrutura	9118,65		42,82	
Alvenaria / Reboco / Infraestrutura elétrica e hidrossanitária/ Estrutura de cobertura	3655,40		17,16	

Fonte: Autor (2022)

A taxa média de geração de resíduos descartados da obra 2 analisada foi de 1431,00 kg/m².

4.3.3.5 Taxas obtidas

As seções 4.5.1 e 4.5.2 levantaram as taxas de resíduos descartados nas obras durante o tempo de acompanhamento. É importante obter estes valores para observar os pontos críticos de geração e estudar a melhor maneira de minimizar estes números. A seguir na Tabela 27 é realizada uma comparação das taxas de geração obtidas nas obras da construtora.

Tabela 27: Taxa média de geração de resíduos nas obras

Etapa	OBRA 1	OBRA 1
	Taxa de geração (kg/m ²)	
Terraplanagem	2184,31	1371,03
Estrutura	54,03	42,82
Alvenaria / Reboco / Infraestrutura elétrica e hidrossanitária/Estrutura de cobertura	7,46	17,16
Total	2245,80	1431,00

Fonte: Autor (2022)

Houveram variações relevantes na comparação entre as taxas de geração de resíduos obtidas. A etapa de terraplanagem da obra foi bem superior ao valor da obra 2 pelo fato de haver retirada de rochas, influenciando no resultado. A maneira mais adequada de avaliar a taxa de geração de resíduos em obra seria levar em consideração os descartes realizados a partir da estrutura, pois a movimentação de terra é algo específico do terreno destinado para cada construção.

Assim, a Tabela 28 apresenta a taxa média de resíduos nas obras a partir da etapa de estrutura.

Tabela 28: Taxa média de geração de resíduos nas obras

Etapa	OBRA 1	OBRA 1
	Taxa de geração (kg/m ²)	
Estrutura	54,03	42,82
Alvenaria / Reboco / Infraestrutura elétrica e hidrossanitária/Estrutura de cobertura	7,46	17,16
Total	61,49	59,98

Fonte: Autor (2022)

A etapa de estrutura foi semelhante ao descarte de resíduos, as taxas encontradas não apresentaram uma disparidade. As etapas mais direcionadas ao acabamento não tiveram grandes descartes, um fato para explicar esse resultado pode ser a densidade dos materiais, a menor das amostras, e as coletas nas obras menos padronizadas em relação aos outros resíduos. Além disso, foram resíduos utilizados para aterros, como são terrenos acidentados necessitaram de um volume considerável para preenchimento.

As taxas obtidas nas obras apresentaram valores similares entre as obras, mostrando que as obras da construtora estão seguindo um certo padrão. Estes números apresentaram diferenças significativas em relação aos apresentados na seção 2.3 da revisão de literatura. Vale ressaltar que as obras deste trabalho não foram obtidas análises das etapas totais, porém algo correspondente entre 60% e 70% dos serviços.

Tabela 29: Resumo das taxas

Autor	Obra	Taxa de Geração (kg/m ²)
Marques Neto e Schalch (2010)	5 obras de diferentes padrões	137,02
Pena, Reis, Rodrigues, Franklin, Costa (2019)	Obra 1	307,27
	Obra 2	180,55
Martins Mota (2020)	Residências geminadas	276,55
Vieira (2022)	Obra 1	61,49
	Obra 2	59,98

Fonte: Autor (2022)

A taxa geral ficou bem acima do que foi proposto nos trabalhos anteriores, porém é pertinente algumas observações. A etapa de terraplanagem contribui para a maior parte da taxa, descartando essa etapa o valor da taxa nas obras da Construtora M estão menores que os trabalhos 61,49 kg/m² para obra 1 e 59,98 kg/m² para obra 2.

Não há detalhes tão profundos do acompanhamento das obras nos trabalhos anteriores, mas como comentado nas obras deste trabalho, a gestão com os resíduos era um pouco falha e um grande volume utilizado como aterro, o que refletiu na taxa obtida para a partir da estrutura. O terreno com topografia acidentada influenciou muito na taxa da etapa da terraplanagem, etapa que nos trabalhos pesquisados não haviam relatos.

4.4 Propostas de alternativas para uma melhor gestão de resíduos

A construtora começou a introduzir alguns procedimentos visando o aproveitamento de materiais nas obras, entretanto há diferenças significativas entre elas. Por conta da mão de obra ser terceirizada, a construtora tenta aplicar um padrão de operações, porém não há uma singularidade nas adaptações das equipes de cada obra.

Um procedimento para visar a redução de sobras de aço foi começar a comprar a armadura cortada e dobrada com os fornecedores, isso faz com que a armadura chegue na obra e necessitando somente ser amarrada. Esse

procedimento agiliza a montagem de armaduras e diminui os erros de montagem, pois as barras são produzidas sob medida para cada estrutura. A construtora utiliza este método para toda a estrutura após as sapatas. Na obra A, houve uma alteração, as sapatas e escadas tiveram suas armaduras compradas em barras normais, inicialmente os clientes optaram por escadas pré moldadas mas no decorrer da obra decidiram construir in loco, caso contrário a escada viria com sua armadura pronta.

O aproveitamento de madeira é algo que iniciou-se na empresa, nas obras analisadas houve um mínimo reaproveitamento. Porém um procedimento de limpeza nas madeiras no momento da desforma das estruturas começou a ser implementado nas novas obras da construtora. Esta prática já está gerando significativos ganhos de material a serem reaproveitados, seja para formas ou emendas, possibilitando um aproveitamento completo dos materiais e reduzindo o descarte.

Para que esse reaproveitamento seja possível é primordial pensar em todo o processo, desde o prego utilizado à montagem de formas. Dependendo do tipo ele facilita a desforma, sem quebrar a forma e pode também ser reaproveitado.

Uma outra prática que precisa ser melhor estruturada é o layout de canteiro, a maioria das obras não possui terreno com um espaço amplo. Por isso é imprescindível que seja estudada a melhor forma de locar os espaços do canteiro, com o espaço adequado para barraco, banheiro, materiais com volume e principalmente locais para acondicionamento de resíduos. Estes locais para acondicionamento necessitam estar reservados somente, a imagem 35 exemplifica uma simples marcação mas que gera um espaço marcado interessante.

Imagem 35: Amostra de solo

Fonte: Autor (2021)

Na obra A o terreno é acidentado, mesmo estando com o terreno vizinho de apoio era necessário um melhor aproveitamento dos espaços. A construtora já está aplicando táticas para melhorar a disposição dos canteiros em novas obras. Os efeitos da organização do canteiro nestas obras já estão aparecendo, na melhoria da logística e possibilitam que cada material seja acondicionado adequadamente.

5 CONCLUSÃO

A partir do estudo de caso das obras da Construtora M selecionadas para o trabalho, foi possível determinar como acontece a gestão de resíduos nos seus canteiros de obras. A partir dos levantamentos sobre os procedimentos nas construções é observado que um dos problemas enfrentados pela empresa nesse período do trabalho foi em relação aos empreiteiros contratados. As duas obras possuíam empreiteiras distintas porém um padrão de gestão dos resíduos.

A construtora é responsável por todo o material e administração da obra, enquanto que as empreiteiras pela execução dos serviços. Esse combinado acaba gerando um vício do pessoal da execução em só focar em produção e não querer “desperdiçar” tempo preparando resíduos para serem reaproveitados. Com isso, desperdícios e descarte de resíduos que poderiam ser reciclados ou reaproveitados acabam sendo inevitáveis. Essa prática não está de acordo com o que é determinado para o uso das matérias primas nas obras.

Os resíduos gerados nas obras apresentaram o mesmo padrão de geração para as etapas observadas, e a partir delas foi obtida a taxa de geração de resíduos a serem descartados. As taxas resultantes possuem valores altos de geração, entretanto é essencial observar os aspectos que acabaram gerando estes números. Os terrenos, principalmente da obra 1, possuem topografia difícil de trabalhar e para adaptá-los ao projeto foi necessário um grande esforço em suas terraplanagens.

O impacto que a gestão de RCCs acarreta deve ser observada também de forma macro, reaproveitar por exemplo alguns quilos de prego ou então um metro cúbico de madeira gera um impacto não só ambiental de reduzir consumo de material. Por esse motivo é essencial pensar em práticas construtivas sendo com o propósito de diminuir o consumo de materiais, mesmo que algumas vezes acarrete em um tempo maior de trabalho.

O diagnóstico das obras da construtora trouxe um resultado positivo, observações de vários aspectos que a empresa deve melhorar e outros que é interessante em manter pois estão de acordo com uma gestão sustentável dos RCC. Com o acompanhamento das etapas das obras a construtora poderá observar os resíduos em que deve ter uma atenção mais para frente e assim se adequar .

5.1 Sugestão para trabalhos futuros

Houveram algumas limitações durante o desenvolvimento do trabalho, por se tratar de um estudo de caso que dependia da construtora e não era possível o controle de alguns fatores. Sendo assim, sugerem-se algumas adaptações que podem ser realizadas em trabalhos futuros.

- Acompanhamento de uma obra do início ao fim, aproveitando todas as etapas produtivas para gerar uma taxa de geração;
- Estudar o impacto que a aplicação de uma gestão de resíduos da construção estruturada pode gerar na obra;
- Levantamento do impacto que as ações de reaproveitamento geram no custo de um empreendimento;

REFERÊNCIAS

ABRELPE (São Paulo). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, São Paulo, v. 16, ed. 1, p. 52, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ABRELPE. **PANORAMA**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. 2 ed. Rio de Janeiro: Brasil, 2004. 25 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro: Brasil, 2004. 71 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **SNIS**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/institucional>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial de União, Brasília, DF, 17 de julho de 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos**. Diário Oficial da União, Brasília, 17 agosto 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de janeiro de 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 469, de 30 de julho de 2015. Altera os arts. 3° da Resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2002.**

Diário Oficial da União, Brasília, 30 de junho de 2015

BRASIL. Lei n° 12305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília: Brasil, ano 2010, 2 ago. 2010. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 24 jun. 2021.

ALVES, Vinícius Goulart. **DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DO MUNICÍPIO DE PALHOÇA (SC)**. 2020. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

CBIC. Resultados do PIB Brasil e da construção no 1º trimestre surpreendem. Disponível em:

[https://cbic.org.br/resultados-do-pib-brasil-e-da-construcao-no-1o-trimestre-surpree/](https://cbic.org.br/resultados-do-pib-brasil-e-da-construcao-no-1o-trimestre-surpre/)
Acesso em: 26 jul. 2021.

CARNEIRO, A. P. **Características do entulho e do agregado reciclado**. Projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, cap. 5, 2001, p. 144-187.

COMCAP. **Resíduos**. 2021. Disponível em:
<https://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/comcap/infos.php#volumosos>. Acesso em: 1 jul. 2021.

DEGANI, Jonathan. **O Impacto e a Importância da Construção Civil no País**. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-pais/>. Acesso em: 2 jul. 2021.

FERNANDES, Maria da Paz Medeiros. **Apreciação de Boas Práticas visando a Geração de Um Modelo para a Gestão Municipal dos Resíduos da Construção Civil**. 2013. 266 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013

FERNADEZ, Jaqueline Aparecida Bória. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília: Ipea, 2012.

GEUS, Lúcio Marcos de; GARCIAS, Carlos Mello. Panorama da Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 8, n. 2, p. 14-26, 01 jul. 2021

GONÇALVES, D. B. A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2016. DOI: 10.5216/reec.V11i2.35791. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/35791>. Acesso em: 19 jul. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/palhoca/panorama>. Acesso em: 02 jul. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-jose/panorama>. Acesso em: 02 jul. 2021.

LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Curitiba: Série de Publicações Temáticas do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - Paraná. 60p. Disponível em: http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf. Acesso em: 28 março de 2022.

NASCIMENTO, Yan Carlos do. **DIAGNÓSTICO DA GESTÃO MUNICIPAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE TOLEDO – PR CONFORME A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/2002**. 2018. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2018.

PINTO, T. de P; GONZÁLEZ, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação: Como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Vol. 01. Brasília - DF: Caixa, 2005. 177p.

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

Prefeitura de Florianópolis. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS**. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/pmgirs/decreto.php>. Acesso em: 15 jul. 2021.

PUCCI, Ricardo Basile. **Logística de resíduos da construção civil atendendo à resolução CONAMA 307**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.3.2006.tde-05092006-141310. Acesso em: 2021-07-01.

Santa Catarina. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Disponível em: CATARINA, Santa. Plano Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/governo/acoesdegoverno/meio-ambiente/plano-estadual-de-residuos-solidos>. Acesso em: 15 jul. 2021.. Acesso em: 15 jul. 2021.

SANTOS, Mariana Correia da Silva. **PANORAMA DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS/BA**. 2016. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.

SOARES, Brena Santos; MARTINS, Magda Ribeiro. **ESTUDO DAS PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL POR PARTE DAS CONSTUTORAS DA CIDADE DE ANÁPOLIS**. 2019. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, 2019.

YOSHIDA, Consuelo. **Competências e as diretrizes da PNRS: Conflitos e critérios de harmonização entre as demais legislações e normas**. In: JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, José Valente (Org.). Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Barueri: Manole, 2012. Cap. 1. p. 3-38.

PENNA, Luiz Fernando da Rocha; REIS, Neide Maria dos; RODRIGUES, Heriston; FRANKLIN, Aluizio Henrique da Costa; COSTA, Gilson Silva. **RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: O CASO DE DUAS OBRAS NA CIDADE DE GOVERNADOR VALADARES-MG**. In: 2º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2., 2019, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** . Governador Valadares: Ibeas, 2019. p. 1-10.

Martins Mota, Lethicia Cristina. **CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO DE OBRA RESIDENCIAL EM RIO VERDE – GO** / Lethicia Cristina Martins Mota; orientadora Bruna Oliveira Campos; co-orientador Wilker Alves Moraes. -- Rio Verde, 2020. 30 p.

COSTA, Ricardo Vasconcelos Gomes da. **TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE JOÃO PESSOA**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5463>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH,V. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP**, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2010.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SCREMIN, L. B. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos da construção e demolição para municípios de pequeno porte**. Florianópolis, 2007. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, Otavio Henrique da; UMADA, Murilo Keith; POLASTRI, Paula; ANGELIS NETO, Generoso de; ANGELIS, Bruno Luiz Domingos de; MIOTTO, José Luiz. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. , p. 39-48, 2015.

GESTÃO DE ENTULHOS DAS CONSTRUTORAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2014. Disponível em: <https://www.franquesustentabilidade.com.br/2014/05/gestao-das-construtoras-da-construcao.html>. Acesso em: 31 mar. 2022.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DE ACOMPANHAMENTO DE OBRA	
Obra:	
Perguntas de caracterização da obra	
1	A obra possui PGRCC?
2	Há uma separação de cada resíduo na obra? De acordo com classe e tipo.
3	Como é feito o acondicionamento dos materiais na obra?
4	De qual forma os resíduos são destinados aos lugares de acondicionamento?
5	Há algum tipo de reaproveitamento de resíduos em obra?
6	Há algum tipo de reciclagem na obra?
7	Como é realizado o descarte dos resíduos gerados?
8	Qual o custo de descarte dos resíduos?
9	São frequentes o descarte de resíduos?
10	Os trabalhadores são orientados sobre a gestão de resíduos na obra?