

PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO EM UM CONJUNTO HABITACIONAL NO MUNICÍPIO DE SINOP/MT

JOÃO PEDRO GRAF¹
LETÍCIA REIS BATISTA ROSAS²
ANDRÉIA ALVES BOTIN³

RESUMO: O setor da construção civil responde pela maior parte dos resíduos sólidos urbanos devido ao contínuo crescimento de obras e consequência disso, o aumento da geração de resíduos e a disposição final irregular. Em virtude disso, visando a importância de um adequado gerenciamento de resíduos, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise da geração de resíduos de construção civil em Sinop/MT e fazer um levantamento quantitativo comparando a geração de resíduos entre uma empresa que trabalha com o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no habitat (PBQP-h) em Sinop/MT, com os resultados obtidos por Teles (2015) sobre obras que não possuem gestão da qualidade nas cidades de Ivoti e Lindolfo Collor, ambas no Rio Grande do Sul. O estudo feito em Sinop foi realizado no Residencial Santa Catarina, enquanto o trabalho de Teles (2015) foi realizado, a partir de referencial teórico de 6 habitações populares. Analisando os resultados obtidos da obra de Sinop, pode-se observar que as gerações de resíduos estão coerentes com os resultados de Saez (2012) obtendo assim bons resultados com a diminuição da geração de RCC.

PALAVRAS-CHAVE: Construção; geração; quantificação; resíduos.

PRODUCTION OF SOLID CONSTRUCTION WASTE: A CASE STUDY IN A HOUSING SETTING IN THE MUNICIPALITY OF SINOP/MT

ABSTRACT: The civil construction sector accounts for the majority of urban solid waste due to the continuous growth of works and, consequently, the increase in waste generation and irregular final disposal. Due to this, aiming at the importance of adequate waste management, this work aimed to carry out an analysis of the generation of civil construction waste in Sinop/MT and carry out a quantitative survey comparing the generation of waste between a company that works with the Brazilian Habitat Quality and Productivity Program (PBQP-h) in Sinop/MT, with the results obtained by Teles (2015) on works that do not have quality management in the cities of Ivoti and Lindolfo Collor, both in Rio Grande do Sul. The study carried out in Sinop was carried out at Residencial Santa Catarina, while the work by Teles (2015) was carried out using a theoretical framework of 6 popular housing units. Analyzing the results obtained from Sinop's work, it can be observed that waste generations are consistent with the results of Saez (2012) thus obtaining good results with the reduction in RCC generation.

KEYWORDS: Construction; generation; quantification; waste.

Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: graf_joao@hotmail.com

Professora Mestre, em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: eng.leticiairosas@gmail.com

Professora Doutora, em Biotecnologia e Biodiversidade, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: andreia.botin@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil colabora de maneira significativa para o desenvolvimento econômico do país através da geração de renda, emprego e comercialização dos equipamentos, insumos e serviços necessários no seu processo construtivo (KARPINSK et. al, 2009).

As construções provocam alterações consideráveis no meio ambiente e possuem um papel importante no cumprimento das metas do desenvolvimento sustentável, e o impacto ambiental que é causado pelas indústrias da construção, e pelas empresas produtoras de materiais, por si só, é muito forte e a exploração de madeira, de pedreiras e extração das areias de maneira inadequada, o consumo desenfreado de energia, deposição ilegal de resíduos são grandes responsáveis pelos reflexos negativos nos ecossistemas e na perda da produtividade (ROCHETA; FARINHA, 2007).

De acordo com os princípios de Silva (2015), a construção civil é responsável pela geração dos chamados RCD's – Resíduos de Construção e Demolição, esses que destroem e poluem o meio ambiente, pois, em sua grande maioria são descartados de maneira imprópria e sem o devido tratamento ao meio ambiente gerando impactos negativos ao mesmo, afetando o solo, águas, paisagens, além de proporcionar a insalubridade a animais que conseguem se adaptar as condições existentes, como as baratas, moscas, mosquitos, entre outros.

Os danos causados são em sua maioria irreversíveis e chama atenção a presença desses resíduos sólidos em grande volume na área civilizada da cidade e que mesmo assim não supera os resíduos derivados da construção. O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS, desenvolveu uma pesquisa e obteve como resultado que, cerca de 50% dos recursos naturais são retirados e aproveitados no setor da construção, podendo ser ferro, alumínio, entre outros recursos (MORAIS, 2006).

Buscando diminuir a geração dos resíduos e obter uma solução para a reciclagem e descarte desse material, há a necessidade das empresas em desenvolver práticas que visem acalmar a geração dos resíduos e consumo dos recursos naturais existentes, além de sensibilizar e formar operários que tenham um foco na economia do material utilizado e aumentar a reutilização do mesmo, a fim de produzir uma condução ambiental (DELL'ISOLA, 2007).

As atividades da Construção Civil trazem benefícios econômicos, sociais e contribuem permanentemente no desenvolvimento do país, através da geração de mão de obra, venda e locação de propriedades, entre outras movimentações socioeconômicas que o setor da construção é responsável (LARUCCIA, 2014).

Em contrapartida, John (2007), pontua que o setor da construção é demasiadamente infame e causa impactos ambientais que podem ser observados desde a primeira etapa do processo construtivo, sendo ela na extração da matéria prima, que corresponde de 15% a 20% dos recursos naturais existentes.

Levando em consideração o desenvolvimento rápido da cidade de Sinop, a expectativa é de um aumento nas construções, fato que contribui com o gasto dos materiais e em consequência, uma produção em excesso de entulho, além da destinação incorreta desses resíduos, fatores que causam preocupação nos empreendimentos da cidade (OLIVEIRA; MENDES, 2008).

A produção em grande escala dos RCD's e sua destinação final, se empregada de forma irregular podem acarretar em impactos ambientais negativos, como por exemplo: bloqueio de logradouros públicos e de vias, prejuízos a paisagem local e a qualidade ambiental, disseminação de doenças entre outros (PINTO, 1999).

Sabendo que o setor da construção civil está em destaque na economia brasileira e que

é considerada uma das maiores consumidoras de matéria prima e que, devido a falta de políticas voltadas ao reaproveitamento e redução dos resíduos, esses que podem prejudicar a saúde, meio ambiente e a economia do país, o descarte do mesmo tem sido assunto de debate mundial.

Tendo em vista os pontos apresentados, o trabalho em questão tem como objetivo identificar a situação da produção dos resíduos de contrução civil em uma obra na cidade de Sinop, bem como quantificar a produção dos RCC's em obras residenciais de determinado empreendimento que pertence ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat e comparar a geração dos resíduos do mesmo com um segundo estudo de caso, pertencente ao Programa Minha Casa Minha Vida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sustentabilidade

Tratando-se de sustentabilidade e algo sustentável, existem várias definições e significados diferentes, e o termo sustentável é definido como “aquilo que pode ser mantido ao longo do tempo”, o que significa sustentar uma sociedade ou melhor dizendo, que seja funcional e que se mantenha. O conceito de sustentabilidade é resultante da produção de bens com menos impactos ambientais e que ajude a cuidar dos recursos naturais para as próximas gerações, porém, são termos que ao longo dos anos tiveram uma maior aplicação nas práticas de um meio ambiente saudável e por conseguinte, há inúmeras designações para definí-los (HEINBERG, 2007).

O que as pessoas tem como percepção de sustentabilidade está relacionada a emissão de gases poluentes para a atmosfera, como o gás carbônico e mesmo sendo um dos principais problemas, não é o único e não se restringe apenas na ação de reduzir as emissões desses gases que causam o efeito estufa e, segundo o Relatório de Brundtland, ONU, o termo de desenvolvimento sustentável é um conjunto de paradigmas, que faz o uso de recursos que visam contemplar as necessidades humanas sem pactuar a capacidade das futuras gerações de atender as suas necessidades e deve considerar a sustentabilidade ambiental, econômica e social (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2010).

2.2 Sustentabilidade Urbana

No Brasil, esse assunto vem sendo discutido devido aos problemas resultantes do aumento da população principalmente nas áreas onde o poder público tem dificuldades em se fazer presente e é definido como a qualidade das políticas urbanas de se assentarem à quantidade das demandas sociais, à oferta de serviços e a qualidade, além de buscar sempre o equilíbrio entre os investimentos em estrutura e os serviços urbanos (RIBEIRO; CRUZ; MONTEIRO, 2016).

Para a sustentabilidade urbana é necessário ter noções de uso melhorado dos recursos existentes no solo, se preocupando em deixar o mínimo de dejetos prejudiciais possíveis às próximas gerações fazendo uma interação maior entre o ambiente urbano e o clima da cidade, juntamente com os recursos naturais (ACSELRAD, 1999).

A respeito disso, o Ministério do Meio Ambiente afirma que a noção de sustentabilidade urbana passa pela ideia de nós sermos capazes de reverter os atuais processos padrões de urbanização em sentido ao estabelecimento de nova matriz sendo ela responsável pelo tratamento do passivo socioambiental herdado da instrualização tardia, ou então, tratando da capacidade de regular e organizar a urbanização em andamento trazendo parâmetros socialmente mais justos e que impacte menos, especialmente nas pequenas e médias cidades,

onde as possibilidades de mudança são mais acessíveis e possíveis (RIBEIRO; CRUZ; MONTEIRO, 2016).

2.3 Sustentabilidade Urbana na Construção Civil

O primeiro passo para a sustentabilidade urbana é o compromisso das empresas responsáveis em criar bases para o desenvolvimento de projetos efetivamente sustentáveis e desta forma, se faz necessário uma série de condições e práticas que devem ser tomadas para o desenvolvimento da sustentabilidade civil. A primeira dessas práticas ressalta no projeto sustentável, a necessidade de possuir um nível de qualidade elevado para que os níveis de excelência sejam garantidos e mantidos, fazendo com que a utilização dos recursos naturais se torne cada vez mais frequentes e eficientes; a segunda condição para que a sustentabilidade seja mantida é a formalidade nos processos de construção civil sendo necessário selecionar a dedo os fornecedores dos materiais para a construção fiscalizar a qualidade dos materiais, mão de obra específica, buscando evitar futuros problemas e a terceira condição trata-se de uma busca incessante por novas tecnologias, que melhorem ainda mais a qualidade do serviço e também dos materiais utilizados (CORRÊA, 2009).

Kibert (1994) criou e definiu o conceito de Construção Sustentável como um processo onde os setores responsáveis pelas construções devem se preocupar cada vez mais com a necessidade de acatar os requisitos de desenvolvimento sustentável das cidades e sociedades, com a inclusão de práticas que visam a redução do uso dos recursos naturais e a produção de resíduos e gases poluentes.

2.4 Construções Sustentáveis

Em geral são construções que fazem o uso de técnicas ou materiais ecológicos para a criação de empreendimentos, sejam eles residências ou comerciais, respeitando a natureza e o meio ambiente como um todo, contudo, não basta só pensar na matéria prima correta para as construções é importante idealizar e planejar a metodologia de um modo sustentável gerando processos que otimizem o tempo e economizem recursos (COELHO, 2021).

Construção sustentável ou suportável é aquela que se atenta na maneira em que a obra vai afetar o meio ambiente antes, durante e depois da construção e sim construir de uma maneira que se preocupe em poluir menos ou quase nada o meio ambiente, com eficiência energética, maior conforto, economia dos recursos, causando menor impacto possível na natureza durante a vida útil do edifício (LIMA, 2022).

É também definida como um processo abrangente que busca restaurar e manter a conformidade entre os ambientes naturais e construídos, a fim, de reduzir as consequências negativas e criar impactos positivos em relação ao meio ambiente durante todas as etapas do desenvolvimento da obra (SALGADO, 2022).

2.5 Resíduos Sólidos

A NBR 10004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos em sólidos e semi-sólidos, esses que são resultados das ações de origem doméstica, comercial, agrícola, hospitalar, industrial, de varrição e de serviços em geral, incluindo também os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, esses que são produzidos através da utilização de instalações e equipamentos de controle de poluição, e que determinam se é viável ou não a disposição desses líquidos nas redes públicas de corpos de água ou esgotos, ou então que dependem de recursos técnicos e econômicos com a melhor tecnologia possível disponível.

Já a Resolução Conama n° 404 (BRASIL, 2008) conceitua resíduos sólidos urbanos como resultado de atividades ou residências responsável por produzir qualquer tipo de resíduos

com aspectos domiciliares considerando também os resíduos deixados pela limpeza pública urbana, não englobando resíduos nocivos que podem representar risco ao meio ambiente ou a saúde por conta dos seus traços corrosivos.

2.6 Resíduos de Construção Civil

O ramo da construção civil é uma grande responsável pela geração de resíduos em enormes quantidades, esses que são caracterizados como resíduos deixados através das atividades de construção, reparo, demolição, reforma e também através da escavação e preparação do terreno para a construção, esses que devem ser manuseados e depositados de maneira adequada, pois, esse tipo de entulho pode ter um imenso impacto no meio ambiente e consequente na sociedade (Resolução CONAMA nº 307/2002).

A mesma resolução supracitada, classifica os resíduos de construção civil, conforme demonstrada no quadro 1.

Quadro 1: Classificação e Destinação dos Resíduos da Construção Civil.

| Classificação e Destinação dos Resíduos da Construção Civil - CONAMA 307/2002 | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Classes | Classe A | Classe B | Classe C | Classe D |
| Composição | Alvenaria, concreto, argamassas e solos. | Resíduos recicláveis para outras destinações. | Produtos sem tecnologia disponível para recuperação. | Conforme NBR 10004:2004, são perigosos, podendo ser inflamáveis, reativos ou patogênicos e podem trazer riscos ao meio ambiente ou à saúde humana. |
| Destinação | Reutilização ou reciclagem, além da disposição final em aterros licenciados. | Reutilizações, reciclagem ou armazenamento temporário. | Conforme norma técnica específica. | Conforme norma técnica específica. |
| Exemplos | Tijolos, telhas, placa de revestimento, concreto, entre outros. | Madeiras, metais, plásticos, gesso, entre outros. | Lixas, massa de vidro, entre outros. | Tintas, óleos, solventes, demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. |

Fonte: Adaptado Conama 307 (2002)

A mesma Resolução acima mencionada, define o gerenciamento como um sistema capaz de diminuir, reaproveitar e recuperar resíduos, através de práticas, procedimentos e planejamento responsáveis em desenvolver e executar exercícios fundamentais para o cumprimento das etapas esperadas nos planos e programas (BRASIL, 2002).

2.7 Impactos Ambientais

O impacto ambiental é definido pela Resolução nº 01/86 do CONAMA, como toda e qualquer modificação das características biológicas, físicas e químicas do meio ambiente e são provocadas pelas atividades humanas que gera energia ou matérias que possam afetar a segurança, o bem-estar e a saúde da população, a biota, condições sanitárias e estéticas ambientais, a qualidade dos recursos ambientais e as atividades econômicas e sociais (CONAMA, 1986).

A preocupação com meio ambiente, quando se trata dos resíduos de construção começou a surgir por volta dos anos 70 e segundo Sánchez (2015), essa criação dos resíduos não é por si só um impacto ambiental, isso porque o impacto ambiental é caracterizado como uma transformação na qualidade ambiental resultante dessas criações, é a exposição no coletor, seja por meio antrópico, biótico ou físico.

Para Araújo (2009) é necessário um conhecimento e entendimento a respeito dos impactos ambientais e suas possíveis consequências para que seja possível ser feita uma priorização e redução das ações negativas provocadas ao meio ambiente, isso porque os resíduos de construção podem causar graves complicações, além de afetar a paisagem quando depositados em áreas inapropriadas e indevidas.

O crescimento do setor da construção civil no Brasil resulta em inúmeras avarias ambientais, visto que, a matéria prima não reparáveis são tiradas da natureza e o alto consumo de energia nas retiradas e locomoção, além de que essa sequela ambiental causada ocasiona na criação de áreas arruinadas pela retirada das matérias primas naturais, também, pela realização das obras e no despejo final dos RCC's produzidos. (ROTH; GARCÍAS, 2009).

2.8 Minimização da Criação dos Resíduos

Buscando um meio de desenvolvimento sustentável, diversas alternativas para o reaproveitamento dos resíduos de construção por meio da reciclagem foram apresentados, tendo a economia energética como um meio que pode ser alcançado, diminuindo assim o impacto dos resíduos, pois a partir disso são elaboradas novas matérias-primas que podem ser utilizadas substituindo os naturais possibilitando a limpeza da cidade, além de auxiliar na economia na compra dos materiais (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2003).

É recomendável fazer uma análise detalhada associada ao desejo de utilizar os resíduos como substituição da matéria prima lembrando sempre que para que possa ser reaproveitado, o correto é fazer uma britagem, seleção e classificação dos materiais (XAVIER; ROCHA, 2001).

A utilização da reciclagem apresenta vantagens em variados parâmetros, como a conter a disposição dos resíduos em locais não apropriados, além de ajudar na redução de aterros inertes, podendo inclusive diminuir gastos com processos e utilização de agregados recuperados fazendo com a reciclagem dos resíduos seja uma das melhores alternativas quando se visa a redução dos impactos ambientais que os resíduos causam (TORRES, 2015).

Buscando minimizar a geração dos RCC's nas obras, é ideal que seja feita a utilização de técnicas que possam controlar e diminuir a dissipação, como compatibilizar os projetos elétricos, hidrossanitários, estrutural e arquitetônico, para reduzir as chances de um retrabalho, além de utilizar produtos de boa qualidade (SILVA, 2015).

A chamada logística reversa é um grupo de métodos e processos empregados na coleta pós-consumo das construções empresarial para que seja feito um reaproveitamento ou destinação correta dos resíduos e o conceito de logística reversa foi incentivado com a constituição da Lei nº 12.305, de agosto de 2010, onde o Art. 33 fundamenta que os importadores, fabricantes, comerciantes e distribuidores tem por obrigação propor um sistema com essa logística sempre que a embalagem do produto incluir nela resíduos perigosos, geralmente prejudiciais ao meio ambiente e a saúde (BRASIL, 2010).

2.9 Programa Habitacionais

O PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida, iniciou no mês de março de 2009, no governo então Presidente do País, Luiz Inácio Lula da Silva, com a criação da Lei nº 11.977 e tinha como objetivo construir um milhão de casas, através do financiamento de imóveis para os habitantes que possuíssem renda de até três salários mínimos ou entre três e dez salários mínimos nacionais (BRASIL, 2009).

No entanto, uma nova Lei de nº 14.118 foi criada em 2021 e constitui o PCVA - Programa Casa Verde e Amarela, findando assim o PMCMV e substituindo-o, estabelecendo uma nova denominação aos grupos adeptos ao programa, além de determinar novas informações a respeito da renda e dos juros mensais. A meta estabelecida para o PCVA é de

construir residências que atendam cerca de 1,6 milhão de famílias cujo a renda é baixa, diminuindo os juros do FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviços com o financiamento habitacional até 2024, também proporcionar alterações no honorários dos agentes financeiros, porém, para que as empresas possam construir as casas dos programas habitacionais do governo, elas devem obter um certificado do PBQP-H – Programa de Qualidade e Produtividade no Habitat (MELO, 2021).

2.10 Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat

É um programa do governo federal que busca fornecer residências seguras, de boa qualidade e duráveis à sociedade brasileira, agindo de maneira regular e melhorando a condição das construções existentes na extensão do nosso país incluindo todas as etapas relacionadas a moradia sejam elas empresas fornecedoras dos materiais necessários, construtoras, engenheiros ou arquitetos projetistas, entre outros (BRASIL, 2022).

Incluso no programa, há três sistemas de aprovação voluntária e para o estudo apresentado se destaca o SiAC, que foi criado seguindo as orientações da norma ISO 9000, gestão de qualidade, e ISO 9001:2015 e tem como objetivo classificar a compatibilidade do sistema de administração dos estabelecimentos do ramo da construção e de serviços (SURECK; ANDRADE, 2021).

Vale destacar, que as empresas com foco em construções habitacionais devem atender obrigatoriamente as exigências estabelecidas pela NBR 15575:2013. Contudo, tratando da geração de RCC a norma não fornece instruções exclusivas, simplesmente afirma que durante o processo de construção é necessário um sistema de administração dos resíduos dispostos no canteiro de obras buscando diminuir a produção do RCC e separar de forma correta para contribuir na reciclagem, reuso e disposição final dos mesmos em áreas adequadas (PIRES, 2015).

Tratando-se de sistemas com adesão voluntária, os empreendimentos brasileiros não são obrigados a atender essas construções, mas a adesão aos sistemas pode proporcionar benefícios à empresa, como por exemplo o financiamento público de suporte à produção que direciona boa parte das empresas na busca pela certificação do PBQP-H e que pode ser contratado caso a empresa escolha por aderir ao programa, além de que as empresas aprimoram metodicamente a qualidade e o processos dos seus produtos, acarretando assim em um aumento de faturamento e produtividade (BRASIL, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do Estudo

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizado um Estudo de Caso de um empreendimento residencial denominado Santa Catarina, localizado na cidade de Sinop-MT, enquadrado no Programa Casa Verde e Amarela, financiado pela caixa Econômica Federal, que contém 230 casas com área construída de 50,52 m² cada e foi lançado em 2019, mais precisamente no mês de outubro e finalizado em 2021. As figuras 1 e 2 ilustram o residencial.

Figura 1: Residencial Santa Catarina



Fonte: Só Notícias (2021)

Figura 2: Residencial Santa Catarina



Fonte: Baza Imobiliária Facilitadora (2021)

Tendo todas as informações coletadas a respeito da quantificação dos RCCs gerados no local determinado foi feita uma comparação com um segundo estudo de caso feito por Teles (2015), que fez uma investigação acerca da produção de RCCs de seis residências populares pertencentes ao extinto Programa Minha Casa Minha Vida, encontradas no Rio Grande do Sul e que estará presente no referencial teórico.

3.2 Colhimento dos dados primários e secundários

As informações presentes no trabalho apresentado foram cedidas pela empresa responsável pela obra, disponibilizando planilhas a respeito da geração dos RCC durante todos os meses e etapas da obra.

Os dados secundários referem-se ao referencial teórico, os quais foram retirados e adaptados da dissertação de Pós-Graduação de Roseane Dornelles Teles (2015).

3.3 Análise Comparativa

A análise comparativa se deu através da produção quantitativa, volume, de RCC's em cada um dos estudos apresentados e para o cálculo da geração dos resíduos será utilizado a equação de IG, Índice de Geração de Resíduos em m³ por área em m² apresentada a seguir:

$$IG = \frac{\text{Volume final de RCC produzido (m}^3\text{)}}{\text{Área total construída (m}^2\text{)}}$$

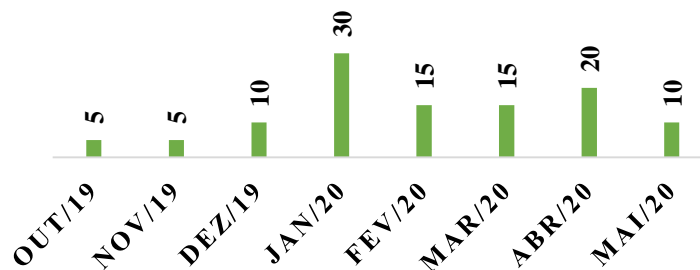
Com a obtenção dos dados referente a quantificação dos resíduos produzidos nos dois estudos presentes foi possível analisar a diferença entre a produção de resíduos do empreendimento com certificado PBQP-H em relação às obras estudada por Teles (2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do desenvolvimento do Residencial Santa Catarina foi realizada entre outubro de 2019 a outubro de 2021, tempo em que foi necessário para a conclusão da obra e o estudo acerca dos resíduos produzidos pela obra foi alcançado através da programação construtiva determinada pela empresa e a amostra do dados feita através de quadros, figuras e tabelas apresentadas na pesquisa em questão.

O gráfico 1 relata os resíduos em m³ gerados na obra entre outubro de 2019 a maio de 2020.

Gráfico 1: Geração de RCC entre Out/19 a Maio/20.

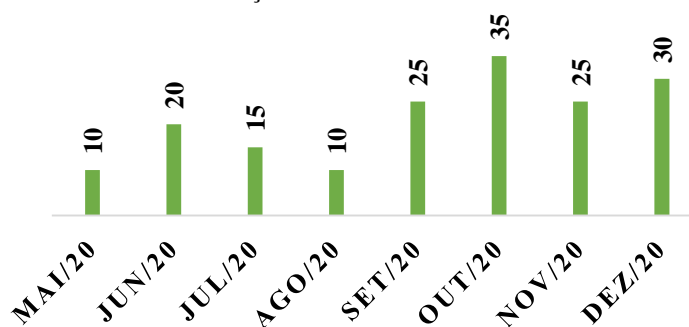


Fonte: Adaptado de André Muller Empreendimentos (2023)

Pode-se observar que o mês de janeiro de 2020 obteve um aumento considerável na produção dos resíduos de construção e esse elevado número é justificado pelo necessário rompimento da calçadas de duas casas. A média de resíduos gerados nesses 8 meses apresentados no gráficos acima foi de 13,75 m³.

O gráfico 2 apresenta a produção dos RCC's no período de maio a dezembro de 2020 e nele pode-se observar um crescimento na geração tendo entre agosto e setembro um acentuado crescimento e o mês de outubro como o que mais gerou. Apesar disso, a média na geração de resíduos foi de 21,25 m³.

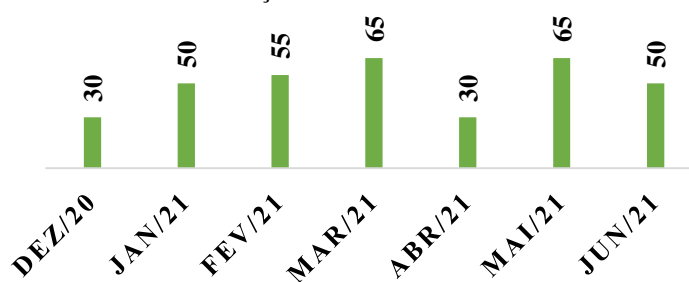
Gráfico 2: Geração de RCC entre Maio/20 a Dez/20.



Fonte: Adaptado de André Muller Empreendimentos (2023)

No decorrer dos meses de dezembro de 2020 a junho de 2021 houve um significativo aumento na geração dos resíduos de construções nas casas disponibilizadas no residencial, como pode ser observado no gráfico 3.

Gráfico 3: Geração de RCC entre Dez/20 a Jun/21.

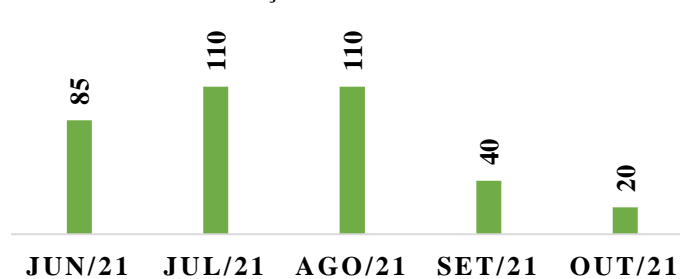


Fonte: Adaptado de André Muller Empreendimentos (2023)

A justificativa para o aumento na geração dos resíduos de construção no período é a carência que houve no controle das etapas de instalação hidráulica e elétrica, essas que são as etapas em que se ocorre quebra de parede ocasionada pela falta de cuidado e atenção no momento da instalação, uma vez que são feitas internamente nas paredes e sob o piso.

O gráfico 4 abaixo apresenta a geração dos últimos cinco anos de obra, onde pode ser verificado um novo aumento na produção de resíduos, isso porquê nesse período foi realizado a desmobilização da terraplanagem, paisagismo do residencial, pavimentação e canteiro de obra.

Gráfico 4: Geração de RCC de Jun/21 a Out/21.



Fonte: Adaptado de André Muller Empreendimentos (2023)

A tabela 1 apresenta um resumo á respeito da obra do Residencial, com os dados de produção dos RCC's e também a área total construída.

Tabela 1: Dados referente o Residencial Santa Catarina.

| | |
|---|--------------------------|
| Tempo de execução | 26 meses |
| Quantidade de casas | 230 casas |
| Área construída por casa (m²) | 50,52 m ² |
| Área total construída (m²) | 11.620,64 m ² |
| Quantidade de RCC gerado (m³) | 985 m ³ |

Fonte: Adaptado André Muller Empreendimentos (2023)

Como mencionado anteriormente, cada casa do Residencial dispõe de uma área construída de aproximadamente 50,52 m² e utilizando a equação de IG, pode-se alcançar os valores do índice de produção dos resíduos, equivalente a 0,084 m³/m².

A tabela 2 apresenta as características das obras populares estudadas na dissertação de Teles (2015), presente no referencial teórico.

Tabela 2: Características das Habitações Populares Estudadas.

| Obra | Cidade | Área (m²) |
|-------------|--------------------|-----------------------------|
| A | Ivoti/RS | 40,30 |
| B | Ivoti/RS | 61,97 |
| C | Ivoti/RS | 65,02 |
| D | Lindolfo Collor/Rs | 56,17 |
| E | Lindolfo Collor/RS | 60,60 |
| F | Ivoti/RS | 69,00 |

Fonte: Teles (2015)

Para o estudo, Teles (2015) considerou uma técnica para separar e estimar os resíduos de construções gerados nas obras, como mostra a tabela 3.

Tabela 3: Quantificação dos Resíduos de Acordo com Resolução CONAMA 307/2002.

| Obra | Classe A (m³) | Classe B (m³) | Classe C (sacos) | Classe D (embalagens) |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| A | 0,774 | 0,640 | 130 | 24 |
| B | 0,432 | 3,460 | 150 | 39 |
| C | 0,549 | 0,643 | 157 | 25 |
| D | 0,585 | 1,960 | 125 | 30 |
| E | 0,189 | 0,555 | 175 | 28 |
| F | 0,630 | 1,067 | 184 | 17 |

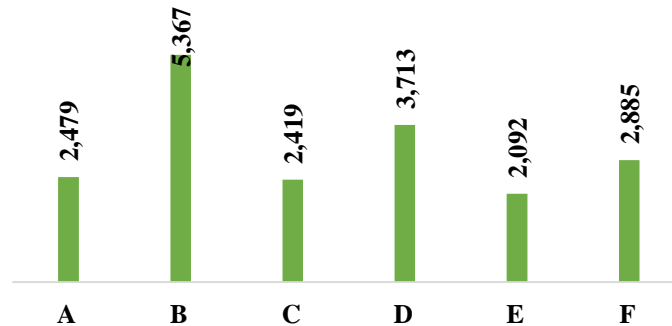
Fonte: Teles (2015)

De acordo com o que foi apresentado no quadro 1, os resíduos de Classe A são originados das alvenarias, argamassas, solos e concreto. Os resíduos de Classe B são os que podem ser reciclados, podendo ser destinado para outra obra. A Classe C corresponde aos resíduos resultantes de produtos onde não é possível se fazer uma recuperação, onde, no estudo foi contabilizado apenas os sacos de cimentos. Já a Classe D representa os resíduos que podem ser caracterizados como perigosos e para o estudo em questão foi avaliado somente recipientes metálicos de 0,5 L, 1 L, 3,6 L e 18 L. Para alcançar o volume final dos resíduos gerados, os RCCs de Classe C e D foram transformados para metros cúbicos (m³).

Com as informações disponíveis, pode-se atingir a quantificação dos RCCs gerados

nas obras selecionadas para os estudos, como apresenta o gráfico 5.

Gráfico 5: Produção de Resíduo por Casa Popular em m³.



Fonte: Adaptado de Teles (2015)

Com os dados expostos, é possível notar a produção de 18,955 m³ de resíduos nessas seis obras e utilizando a mesma fórmula de IG, o índice de geração de resíduos para as obras foi de 0,053 m³/m².

Verifica-se abaixo, com a tabela 4, um pequeno resumo quanto a criação dos resíduos de construção civil para o estudo de caso e também a respeito do estudo analisado.

Tabela 4: Produção de RCC por estudo (m³/m²).

| Geração de Resíduos | | | |
|-----------------------|---|-----------------------------|---|
| | Área Total Construída (m ²) | RCC Total (m ³) | Produção de RCC (m ³ /m ²) |
| Estudo de Caso | 11.620,64 | 985,00 | 0,084 |
| Teles (2015) | 353,06 | 18,955 | 0,053 |

Fonte: Própria (2023)

Após verificar os resultados alcançados quanto a geração dos resíduos de construção civil (m³/m²) é perceptível que, apesar de ser certificado com o PBQP-H, o empreendimento do Estudo de Caso detém de uma produção de resíduos maior às construções analisadas por Teles (2015). O motivo dessa superioridade na produção é justificado pelos materiais e técnica de construção utilizadas, tendo destaque na utilização do gesso lento, fato que resulta em uma perda maior e assim sendo, uma geração em excesso de RCC.

Mesmo que a diferença entre os valores obtidos no comparativo seja grande, nota-se que os números alcançados quanto a produção de RCC estão abaixo da média (tabela 5), segundo estudo de Saez et al. (2012).

Tabela 5: Estudo Relacionado à Quantificação de Resíduos de Construção Civil.

| Autor | Ano | País | Conclusões |
|-----------------------|------|---------|---------------------------------------|
| Pinto | 1999 | Brasil | 150 kg/m ² |
| Maña I Reixach et al. | 2000 | Espanha | 0,1250 m ³ /m ² |
| Souza | 2005 | Brasil | 89,68 kg/m ² |
| Sólis-Guzman et al. | 2009 | Espanha | 0,3076 m ³ /m ² |
| Llatas | 2011 | Espanha | 0,1388 m ³ /m ² |
| Dias | 2013 | Brasil | 0,1286 m ³ /m ² |

Fonte: Adaptado de Saez et al. (2012)

Pinto (1999), propõe que para relacionar os valores obtidos em Kg/m², deve-se considerar que um metro cúbico de RCD para cada 1.200 kg. Sendo assim, a produção em Kg/m² do Residencial Santa Catarina e das construções populares analisadas por Teles (2015), são, 101,71 Kg/m² e 64,42 Kg/m², respectivamente.

Com o estudo feito por Saez (2012), representado na tabela 5, pode-se observar que apenas a análise feita por Souza (2005), obtem-se um valor de geração de RCC abaixo do que o obtido no estudo realizado no Residencial Santa Catarina.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise nos dois estudos apresentados, onde, as empresas responsáveis pela construção aderem ao Programa Minha Casa Minha Vida ou Programa Casa Verde Amarela, é possível observar uma variação entre a geração dos resíduos de construção civil.

Observa-se que a empresa responsável pela obra do estudo de caso em questão pertencente ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat obteve uma produção de RCC de 0,084 m³/m² nos dois anos de obra, ao passo que o estudo realizado por Teles (2015), sem ligação ao programa mencionado produziu cerca de 0,053 m³/m² utilizando dados de 2013.

Contudo, comparando os resultados alcançados no estudo em relação a geração dos resíduos de construção civil de Pinto (1999), Maña I Reixcah (2000), Souza (2005), Solís-Guzman (2009), Llatas (2011) e Dias (2013), disponíveis no estudo de Saez (2012), nota-se que as gerações de resíduos de construção do Residencial Santa Catarina e também do estudo realizado por Teles (2015) estão abaixo da média estabelecida, que é próxima a 0,15 m³/m².

Mesmo que a diferença notada de 0,031 m³/m² seja justificada por etapas inexistentes no estudo realizado por Teles (2015), como a produção de resíduos em massa nas fases de pavimentação, paisagismo do residencial, terraplanagem e também pela utilização do gesso lento durante a construção, fato que gera um alto número de perda de material é uma diferença significativa e que pode ser prejudicial.

Portanto, ainda que existam programas, métodos e normas que busquem minizar a geração do RCC, a produção dos resíduos se mantém como um problema que deve ser verificado com atenção.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, S. C, ZORDAN, S. E, JOHN, V. M. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. 2003. Disponível em: <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/rdc.pdf>

ARAÚJO, V.M. **Práticas Recomendadas para a Gestão mais Sustentável de Canteiro de Obras**. 2009. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-28102009-173935/publico/Araujo_Diss_Ed_Rev.pdf

ACSELRAD, H. **Discursos da Sustentabilidade Urbana**. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/27/15>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004.2004. **Resíduos Sólidos - Classificação.** Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=936>

BRASIL. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. Presidente da República. **Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV.** 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111977.htm

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 01, 1986.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 307, 2002.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98303>

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 404, 2008.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=108772>

BRASIL. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. PBQP-H.** 2022. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/o-pbqp-h/apresentacao>

COELHO, Y. **Construções Sustentáveis: O que São e Projetos que Aderem a Tendência.** 2021. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/especiais/construcoes-sustentaveis/>

CORREA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil.** 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/34341904/MONOGRAFIA_SUSTENTABILIDADE_NA_CONSTRUÇÃO_CIVIL

DELL'ISOLA, J. A. P. **Análise de Sistemas de Avaliação Ambiental de Construção de Edificações Relacionada à Gestão de Resíduos da Construção e Demolição e Priorização da Não Geração, Redução de Geração, Reutilização, Reciclagem e Disposição Correta.** Editora FUMEC/FEA. Belo Horizonte, 2007.

HEINBERG, R. **Cinco Axiomas da Sustentabilidade.** 2007. Disponível em: http://www.resistir.info/energia/5_axiomas.html

JOHN, V. M. **Resíduos de Construção e Demolição.** 2007. Disponível em: http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Pares%20-%20Poli_vmjohn.pdf

KARPINSK, L. A.; PANDOLFO, A.; REINEHER, R.; GUIMARÃES, J. C. B.; PANDOLFO, L. M.; KUREK, J. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil : Uma Abordagem Ambiental.** 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/422771-Gestao->

[diferenciada-de-residuos-da-construcao-civil-uma-abordagem-ambiental.html](#)

KIBERT, C. J. **Edificações Sustentáveis: Projetos, Construção e Operação.** 1994. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=MnCrDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=charles+kibert+1994+DEFINIÇÃO+DE+construção+sustentavel&ots=12HhsY-L4g&sig=0XUElCed_pADRWesLfn4CAqhBGo#v=onepage&q=charles%20kibert%201994%20DEFINIÇÃO%20DE%20construção%20sustentavel&f=false

LARUCCIA, M. M. **Sustentabilidade e os Impactos Ambientais da Construção Civil.** 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5261066>

LIMA, T. **Construções Sustentáveis: O que é, como aplicar e 10 exemplos.** 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/10-construcoes-sustentaveis/>

MELO, S. S. **Análise comparativa entre programas governamentais de habitação: Programa Minha Casa Minha Vida e Programa Casa Verde e Amarela.** 2021. Monografia (Ciências Contábeis), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2052/1/TCC%20Sarah%20Silva%20de%20Melo%20-%20Finalizado.pdf>

MORAIS, G. M. D de. **Diagnóstico da Deposição Clandestina de Resíduos de Construção e Demolição em Bairros Periféricos de Uberlândia: Subsídios para uma Gestão Sustentável.** 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14129>

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição: Estudo de Caso da Resolução 307 do CONAMA.** Disponível em: <https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/estudo-de-caso-construtora-consciente.pdf>

PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana.** 1999. Disponível em: <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>

PIRES, M. R. **Análise Comparativa da Norma de Desempenho, NBR ABNT 15575:2013 com uma Tipologia do Programa Minha Casa Minha Vida.** 2015. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGWK2H/1/monografia_25_08_15.pdf

RIBEIRO, M. A.; CRUZ, M. B. D.; MONTEIRO, I. P. C. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil: Aspectos Legais e Jurisprudenciais.** 2016. Disponível em: http://sou.undb.edu.br/public/publicacoes/o_desafio_da_sustentabilidade_na_construcao_civil_-_aspectos_legais_e_jurisprudenciais_-_marina_almeida_e_matheus_bruno_cruz.pdf

ROCHETA, V.; FARINHA, F. **Práticas de Projeto e Construtivas para a Construção Sustentável.** 2007. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/33/1/ROCPra.pdf>

ROTH, C. G., GARCIAS, C. M. **Construção Civil e a Degradação Ambiental. Desenvolvimento em Questão.** 2009. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>

SÁEZ, P. V.; MERINO, M. DEL R.; PORRAS-AMORES, C. **Estimation of Construction and Demolition Waste Volume Generation in New Residential Buildings in Spain.** Waste Management & Reserarch. 2012. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0734242X11423955?download=true>

SALGADO, R. R. **O que são Construções Sustentáveis?** 2022. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/o-que-sao-construcoes-sustentaveis/>

SÁNCHEZ, L.H. **Avaliação de Impacto Ambiental.** 2015. Disponível em: <https://doceru.com/doc/e0nve0n>

SILVA, O. H. da. **Etapas do Gerenciamento de RCC.** 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20558/pdf>

SURECK, A.C.S; ANDRADE, E.R. **Ensaio de Norma de Desempenho para Validação de Sistemas Construtivos - Estudo de Caso de Atendimento em Construtoras Paraenses.** 2021. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/9198/1/TRABALHO%20DE%20CONCLUS%c3%83O%20DE%20CURSO.pdf>

TELES, R. D. **Análise da Geração de Resíduos de Construção e Demolição em Obras de Habitações Populares Horizontais: Estudo de Caso.** 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/4691/Roseane%20Dornelles%20Teles.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TORRES, L. et al. **Reciclagem de Resíduos é Alternativa Sustentável para Destinação de Entulhos.** 2015. Disponível em: <http://www.obralimpa.com.br/index.php/reciclagem-de-residuouse-alternativa-sustentavel-para-destinacao-de-entulhos>

TORRESI, S. I. C, PARDINI, V. L. e FERREIRA, V.F. **O Que é Sustentabilidade.** 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/VkxbRDxfJvvpwRjZfCTsJYC/?lang=pt>

XAVIER, L. L, ROCHA, J. C. **Diagnóstico do Resíduo da Construção Civil: Início do Caminho Para o uso Potencial do Entulho.** 2001. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL - MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/400/1/MONOGRAFIA_ResiduosConst ru%C3%A7%C3%A3oDemoli%C3%A7%C3%A3o.pdf