ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Gerenciamento de resíduos da construção civil: estudo de caso de uma residência com certificação GBC nível platina

Construction waste management: case study of a residence with GBC platinum certification

Úrsula Maíra Maciel Rigon Leão
Universidade Federal de Mato Grosso | Sinop | Brasil | ursula.leao@unemat.br
Marlon Leão
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | leao@unemat.br
João Carlos Machado Sanches
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | joao.sanches@unemat.br
Karen Wrobel Straub Schneider
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | karen.straub@unemat.br
Rafaely Gianotto Valenzuela
Universidade do Estado de Mato Grosso | Sinop | Brasil | rafaely.gianotto@unemat.br
Roselene Maria Schneider
Universidade Federal de Mato Grosso | Sinop | Brasil | roselene.schneider@ufmt.br

Resumo

A construção civil é um dos segmentos responsáveis pelo desenvolvimento socioeconômico do país. Contudo, o setor gera uma expressiva quantidade de resíduos que são em sua maioria destinados de forma incorreta gerando impactos ambientais negativos. Para minimizar esses efeitos, diversos esforços tem sido realizados por organizações governamentais e não governamentais. Entretanto, é importante ressaltar a pouca disponibilidade de literaturas que exploram a prática do gerenciamento de RCC. Diante desse cenário, o objetivo dessa pesquisa foi apresentar o gerenciamento dos RCC de uma residência certificada pela GBC Brasil no nível platina. A metodologia consistiu na elaboração de um PGRCC; na quantificação de resíduos gerados, reutilizados, reciclados e destinados ao aterro e no acompanhamento do gerenciamento de resíduos. Os resultados mostraram o reuso e reciclagem de 100% para as Classes A, B e D do CONAMA n°307/2002, representando 96,53% do total de resíduos gerados. O gerenciamento de resíduos se mostrou possível e as medidas utilizadas são factíveis e compatíveis com a maioria das obras residenciais.

Palavras-chave: *Green Building Council* (GBC). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Gerenciamento RCC. PGRCC.

Como citar:
LEÃO, Úrsula Maíra Maciel Rigon; et.al. Gerenciamento de resíduos da construção civil: estudo de caso de uma residência com certificação GBC nível platina. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024,

Abstract

Civil construction is one of the segments responsible for the country's socioeconomic development. On the other hand, the sector generates a significant amount of waste, which is mostly disposed incorrectly generating negative environmental impacts. To minimize these effects, several efforts have been made by governmental and non-governmental organizations. However, it is important to highlight the absence of literature that explores the practice of CW management. Given this scenario, the aim of this research is to present the CW management of a residence certified by GBC Brazil at the platinum level. The methodology consisted of a SWMP elaboration; quantification of waste generated, reused, recycled and sent to landfill and the waste management monitoring. The results showed 100% reuse and recycling for Classes A, B and D of CONAMA n°307/2002, representing 96.53% of the total waste generated. Waste management proved to be possible and the measures used are feasible and compatible with most residential projects.

Keywords: Green Building Council (GBC). Sustainable Development Goals (SDGs). CW Management. SWMP.

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO

A construção civil é um dos segmentos responsáveis pelo desenvolvimento socioeconômico do país. Nos países em desenvolvimento, as atividades de construção civil representam 80% do ativo total de capital, 10% de seu Produto Interno Bruto (PIB) e mais de 50% da riqueza investida em ativos fixos [1]. Além da participação econômica, a construção civil gera inúmeras oportunidades de trabalho. No Brasil, no ano de 2023, o setor gerou mais de 253,8 mil novas vagas de emprego com carteira assinada [2].

Por outro lado, a construção civil, em nível global, é responsável por 40% do consumo total de energia e recursos naturais [1]. Aliado a isso, o setor gera uma expressiva quantidade de resíduos. No Brasil no ano de 2023, a construção civil gerou aproximadamente 45 milhões de toneladas de Resíduos da Construção Civil (RCC) [3]. A problemática dos RCC é que, dada a continuidade de geração e a prática comum da incorreta disposição, impactos ambientais são gerados, como por exemplo contaminação da água e solo, enchentes e deterioração da paisagem, podendo se tornar um problema de saúde pública [4].

No Brasil há resoluções e leis que regulamentam o gerenciamento de resíduos sólidos, como a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n°307 de 5 de julho de 2002 e a Lei n°12.305 de 2 de agosto de 2010 que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) [5][6]. Ambas as normativas trazem o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) como uma ferramenta para a prática do gerenciamento dos RCC. O PGRCC, quando desenvolvido e executado, pode apresentar redução de mais de 95% de resíduos gerados, minimizando assim os danos causados ao meio ambiente [4].

Por outro lado, é possível observar nos últimos anos a prática da sustentabilidade no setor da construção civil, que dentre seus objetivos está o gerenciamento de resíduos [7]. Nesse cenário, aplicam-se os conceitos da “Hierarquia dos Resíduos” e os “3R’s (Reduzir, Reusar e Reciclar)”. A Hierarquia dos Resíduos estabelece uma ordem de prioridades nas estratégias de gerenciamento de resíduos e os 3R’s trazem as

estratégias mais utilizadas, sendo elas: redução, reutilização e reciclagem. Obras que aplicam iniciativas de redução podem evitar 36% de geração de resíduos provocados por erros de execução e 40% de desperdícios dos materiais adquiridos [8]. Ainda, para as iniciativas de reutilização e reciclagem, os materiais da Classe A e da Classe B, que representam a maior parcela dos resíduos totais, podem ser 100% reutilizados e/ou reciclados [5].

Todavia, o gerenciamento dos resíduos ainda apresenta limitações, como por exemplo, municípios que ainda não possuem seu modelo de PGRCC, falta de fiscalização e de incentivos financeiros públicos, escassez de ferramentas para otimizar o PGRCC, poucas empresas do setor engajadas nessa temática, mão de obra desqualificada entre outras [9][10][11]. Dessa forma, gerenciar os resíduos da construção civil de forma adequada se torna um desafio frente às dificuldades encontradas. Porém, quando praticado, o gerenciamento traz ganhos para o meio ambiente, a economia e a sociedade.

A revisão bibliográfica demonstra os principais motivos dos PGRCC possuírem implantação limitada no Brasil. A literatura técnica apresenta poucos trabalhos originados em canteiro de obras e que utilizem dados demonstrando a realidade do gerenciamento de RCC. Trabalhos práticos que contribuam com predições mais precisas na geração dos resíduos assim como medidas mitigadoras exequíveis para redução, reutilização e reciclagem são pontos essenciais para o desenvolvimento efetivo das políticas públicas em RCC. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo apresentar o gerenciamento dos RCC de uma residência certificada pela *Green Building Council* (GBC) Brasil no nível platina, por meio da descrição das etapas do PGRCC e da quantificação dos resíduos gerados e desviados do aterro.

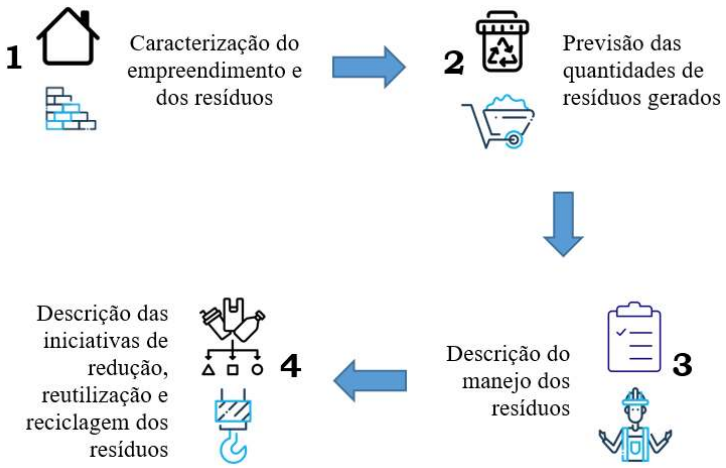
MÉTODO

A metodologia dessa pesquisa consistiu na elaboração de um PGRCC baseado nas diretrizes da Resolução CONAMA n°307/2002, suas alterações e na PNRS Lei n°12.305/2010; na quantificação dos resíduos que foram gerados, reutilizados, reciclados e destinados a aterro e no acompanhamento do gerenciamento dos RCC durante toda etapa de projeto e obra.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC)

O PGRCC foi o primeiro passo para o gerenciamento dos resíduos. O PGRCC elaborado foi divido em quatro etapas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Etapas do PGRCC.



Fonte: Autor (2024).

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DOS RESÍDUOS

O objeto de estudo foi uma edificação residencial, obra unifamiliar, localizada no estado de Mato Grosso, com área construída de 394,37 m² (Figura 2).

O período de coleta de dados de campo e tratamento ocorreu durante o período de obras, de outubro de 2019 a agosto de 2021, compreendendo um total de 23 meses.

A residência foi pensada como edificação de alto padrão com viés sustentável, com o intuito de se alcançar a certificação GBC Brasil Casa. Essa certificação é proveniente da Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), a metodologia mais utilizada em nível mundial para edifícios verdes [12]. A GBC Brasil Casa aborda, dentre vários aspectos, as preocupações ambientais relacionadas à seleção de materiais, disposição de resíduos e redução de geração de resíduos [13].

Figura 2: Residência.



Fonte: Autor (2021).

Para a caracterização dos resíduos foram utilizadas as classes e informações descritas na Resolução CONAMA N°307/2002 e suas alterações [5].

PREVISÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS

A previsão da geração de resíduos pré-obra foi calculada por uma estimativa baseada na área construída do empreendimento multiplicada por uma taxa de geração de resíduos de 150 kg m² [14]. Para a distribuição dos resíduos em classes e tipologias, foi adotado os valores médios da composição dos RCC [15].

DESCRIÇÃO DO MANEJO DOS RESÍDUOS

O manejo dos resíduos consiste nas etapas de: segregação e triagem, armazenamento e acondicionamento, coleta, transporte e destinação final. Para a segregação e a triagem, os resíduos foram separados conforme as classes estabelecidas pela Resolução CONAMA n°307/2002 [5].

Para o armazenamento, foi previsto no Projeto de Canteiro de Obra um espaço para a construção das baias - local onde os resíduos seriam armazenados. Para os materiais destinados para reciclagem, o acondicionamento foi em bags fornecidos pela empresa especializada para posterior coleta.

Para coleta, transporte e destinação final dos resíduos, foi realizada uma pesquisa de mercado local na etapa de planejamento da edificação, com objetivo de conhecer as empresas que atuam nesses setores.

INICIATIVAS DE REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS

Nessa etapa, foi respeitada a ordem de prioridade da Hierarquia dos Resíduos estabelecida pela PNRS Lei 12.305/2010 [6]. O conceito dos 3R's foi aplicado de acordo com as estratégias encontrada na revisão bibliográfica [9][16][17]. Materiais que não puderam ser reusados ou reciclados foram tratados como rejeitos.

QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS, REUTILIZADOS, RECICLADOS E DESTINADOS AO ATERRO

A quantificação dos resíduos gerados, reutilizados, reciclados e destinados ao aterro foi realizada por volumes de caçambas de entulhos (m³), peso de bags (kg) e cálculos de volume (m³). Para transformar as diferentes unidades de medida em uma única unidade de medida (ton), foram utilizados os valores de peso específico dos materiais.

Ao final, foi calculada a porcentagem em massa de resíduos não encaminhados para aterro, para cada classe e para o total de todos os resíduos gerados.

O GERENCIAMENTO DOS RCC DURANTE PROJETO E OBRA

O gerenciamento dos RCC foi praticado seguindo o PGRCC. Durante a elaboração dos projetos, a equipe de projetos definiu materiais e técnicas construtivas para que os requisitos referentes ao gerenciamento fossem atendidos.

Durante a obra a equipe técnica foi responsável por acompanhar e orientar a equipe de execução e também por buscar informações e soluções frente às dificuldades que surgiram. A equipe de obra por sua vez, ficou responsável por manter a organização

do canteiro de obra, tantos dos materiais adquiridos quanto dos resíduos que foram sendo gerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A SUSTENTABILIDADE NA RESIDÊNCIA

O caráter sustentável da residência apresentou ganhos ambientais, econômicos e sociais. Para além, teve a contribuição aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), Objetivo 11, entre outros [18] e também ao conceito de economia circular [11].

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC)

O PGRCC cumpriu seu papel em diminuir os desperdícios e a produção de resíduos. Tal desempenho alinha-se com os resultados obtidos apresentados por outros autores da área [4].

PREVISÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS VERSUS QUANTIDADE REAL GERADA

A estimativa da geração de resíduos da residência foi de 59,15 toneladas. Entretanto, a quantidade total real de resíduos gerados foi de 86,54 toneladas. A distribuição da estimativa, em classes, tipos e composição dos resíduos, com as porcentagens sobre o total de resíduos gerados, pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1: Classes, tipologia e composição dos RCC estimados e gerados.

Classe	Tipologia	Estimativas de Geração	Geração
A	Solo, alvenaria, argamassa e concreto.	47,32 toneladas (80%)	70,00 toneladas (80,90%)
B	Madeira	5,91 toneladas (10%)	12,00 toneladas (13,85%)
B, C e D	Plásticos, papéis, papelões, aço, gesso e materiais contaminados.	5,91 toneladas (10%)	4,54 toneladas (5,25%)
TOTAL		**59,15 toneladas**	**86,54 toneladas**

Fonte: Autor (2024).

A porcentagem, referente a distribuição dos resíduos em classes e tipos, concordou para a Classe A (80,90%) com a porcentagem da estimativa (80%), entretanto, para as outras classes houve variação. No caso da Classe B (madeiras), a variação foi maior devido a demanda de madeira para a execução da laje, do tipo não convencional, pra receber o teto verde; e para os outros materiais (Classes B, C e D) foi obtido uma porcentagem menor devido as compras otimizadas.

Em relação a quantidade total de resíduos gerados, o valor foi maior em 27,39 toneladas, representando um aumento de 46% em relação ao valor estimado. Essa diferença é devida, principalmente, pela escavação de solo para a construção da piscina e construção do sistema de tratamento de esgoto, visto que não há rede de coleta de esgoto no local.

MANEJO DOS RESÍDUOS

O manejo dos resíduos possibilitou a prática das iniciativas de reutilização, reciclagem e disposição final e confirmou ser um fator crítico de sucesso no gerenciamento dos RCC [19]. O manejo dos resíduos (Figura 3) aconteceu da seguinte forma: conforme os resíduos foram sendo gerados, eles foram segregados e triados pela equipe da obra que recebeu capacitação para realizar tais tarefas. A equipe técnica acompanhou a realização desse processo durante os 23 meses de execução.

Para o armazenamento, os resíduos foram estocados nas baias construídas e acondicionados nos bags, conforme previsto, com necessidade de ajuste de espaço para alguns resíduos em função da variação de resíduos gerados. A coleta e o transporte dos resíduos foram feitos por empresas especializadas e possibilitou a preparação de alguns materiais para reutilização, doação e reciclagem.

Em relação a destinação dos resíduos, as ações tomadas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Destinação dos resíduos.

Classe A	**Classe B – madeiras**	**Classes B e D - passíveis de reciclagem**	**Classe C e outros**
Reutilizados na própria obra (28,5%)	Reutilizadas na própria obra (25%)	100% destinados por empresa especializada	100% destinados por empresa do ramo de entulhos
Reutilizados em outras obras da construtora (71,5%)	Destinadas pela empresa de paisagismo da obra (75%)		

Fonte: Autor (2024).

Figura 3: Medidas adotadas para o manejo dos resíduos. (armazenamento dos resíduos nas baias); (acondicionamento dos resíduos em bags); (transporte dos resíduos para reciclagem).



Fonte: Autor (2020).

PRÁTICAS DE REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS

Conforme o planejamento, as estratégias de redução, reuso e reciclagem foram empregadas durante o período de execução da residência e seus resultados concordaram com os resultados dos autores da área.

Para a prática das iniciativas de redução, os projetos bem detalhados favoreceram ou reduziram substancialmente erros de execução [20]; o planejamento das compras de materiais evitou sobras [8]; o armazenamento correto dos materiais, como por exemplo, abrigo das madeiras para proteção de sol e chuva, evitou perdas [21]; a utilização de materiais usinados, como concreto e argamassa, evitou geração de

resíduos de areia, brita e sacos de cimento e a devolução de alguns materiais ou a doação das sobras de materiais, eliminou o fato deles se tornarem resíduos.

Ainda, a escolha de poucos tipos de revestimentos e o projeto de paginação de pisos determinaram a otimização do uso dos revestimentos [21]. Por exemplo, a altura do pé direito nos ambientes úmidos foi definida de acordo com a altura final do revestimento assentado, não utilização de soleiras e acabamento de recortes feitos na obra, foram medidas que evitaram desperdícios (Figura 4).

Figura 4: Medidas adotadas para a redução da geração de resíduos. (abrigo das madeiras); (argamassa usinada); (paginação de pisos otimizada).



Fonte: Autor (2020/2021).

Para a prática do reuso e da reciclagem, a correta segregação e triagem, assim como o correto armazenamento e acondicionamento foi imprescindível. Isso porque, dessa forma, foi possível identificar os tipos de resíduos gerados e designá-los para sua destinação adequada, como afirma a bibliografia [17].

Para a reutilização (Figura 5), as estratégias adotadas foram aplicadas nas Classes A e B. Para a Classe A, o solo escavado para a execução da fossa séptica, sumidouro e piscina foram reutilizados como aterro para a residência. Ainda na Classe A, os resíduos de cortes de paredes e de placas de revestimento foram triturados e empregados como material de enchimento no contrapiso.

Para a Classe B, as embalagens de materiais do tipo caixas de papelão foram reutilizadas na obra como proteção dos pisos instalados. Após essa reutilização, os papelões foram reciclados por empresa especializada. Os resíduos de madeira triturada foram reutilizados como isolante térmico e acústicos nas paredes da residência e como adubação e decoração do paisagismo.

Figura 5: Medidas adotadas para a reutilização dos resíduos. (cortes de paredes reutilizados como material de enchimento no contra piso); (sobras de madeiras trituradas reutilizadas como isolante térmico e acústico); (embalagens de papelões reutilizadas como proteção de piso).



Fonte: Autor (2021).

Para as iniciativas de reciclagem, conforme previsto no PGRCC, os materiais enviados para blendagem para coprocessamento foram os plásticos, papéis, papelões, aço e contaminados (Figura 6).

Figura 6: Medidas adotadas para reciclagem dos resíduos. (papéis); (papelões); (aço).



Fonte: Autor (2021).

Para finalizar, aspectos como mão de obra qualificada, orientação, comunicação, coordenação, monitoramento e atribuição de tempo da equipe, durante todo o período de planejamento e execução da edificação, determinaram a eficácia do gerenciamento de resíduos [16][21].

QUANTIDADES DE RESÍDUOS REUTILIZADOS E RECICLADOS

As quantidades de resíduos reutilizados e reciclados da residência são apresentadas na Tabela 3. O total de resíduos não encaminhados para aterro foi de 83,54 toneladas (96,53%).

Para os resíduos das Classes A e B, 100% foi reutilizado ou reciclado. Esse resultado corrobora com o proposto nas diretrizes da Resolução CONAMA n°307/2002 [5]. Também, foi possível observar que os resíduos da Classe A (80,90%) representam a maior parcela de resíduos gerados, seguido dos resíduos da Classe B (15,01%). Essa proporção foi observada por outros autores [9][22][23]. Juntos, esses resíduos (Classe A e B) são responsáveis por 95,9% do total dos resíduos reutilizados ou reciclados. Isto demonstra o potencial de ganhos que as estratégias de reuso e reciclagem, apenas nessas duas classes, produzem nos resultados finais. O concreto por exemplo, que representa a maior parcela dos RCC, pode ser 100% reciclado como agregado e substituir 100% dos agregados naturais na fabricação de novos concretos de qualidade [24][25].

Para os resíduos da Classe D (0,6%) a reciclagem foi de 100%. Este resultado difere da maioria das obras que praticam o gerenciamento de resíduos e só foi alcançado pelo fato de existir, na cidade, uma empresa especializada que recebesse e destinasse os resíduos contaminados. Os resíduos da Classe C (3,4%), conforme previsto, foram encaminhados para aterros.

Tabela 3: Quantidades de resíduos reutilizados e reciclados.

Classe	Tipologia	Quantidade gerada	Destinação	Porcentagem reutilizada ou reciclada
Classe A	Solos, componentes cerâmicos, argamassas e concreto	70,00 ton (35m³)	10m³ reutilizados na própria obra	100%
			25m³ reutilizados em outras obras	
Classe B	Embalagens de plástico, papel, papelão e aço	0,99 ton	Reciclados por empresa especializada	100%
	Madeiras	12,00 ton (20m³)	4m³ reutilizados na própria obra	
			16m³ reutilizados por empresa no ramo de paisagismo	
Classe D	Materiais contaminantes ou contaminados	0,55 ton	Reciclados por empresa especializada	100%
Classe C e Outros Resíduos	Gesso acartonado e materiais finos que não puderam ser segregados	3,00 ton (10m³)	Enviados para aterro por empresa do ramo de entulhos	0%
Quantidade total de resíduos gerados				86,54 ton
Quantidade total de resíduos reutilizados ou reciclados				83,54 ton
Porcentagem total				**96,53%**

Fonte: Autor (2024).

O alto valor de reutilização e reciclagem é explicado principalmente pela elaboração e cumprimento do PGRCC; correto manejo dos resíduos [26] e pelo emprego da Hierarquia dos Resíduos e das iniciativas dos 3R's [6][21][27][28].

Com isso, o gerenciamento de resíduos mostrou-se alcançável e as medidas utilizadas são praticáveis e compatíveis com a maioria das obras residenciais. Notou-se também que o gerenciamento de resíduos, como uma prática da sustentabilidade na construção civil, cumpre os benefícios prometidos, apresentando ganhos ambientais, econômicos e sociais.

Os ganhos ambientais envolveram a economia de recursos naturais, como por exemplo, a economia de 35 m³ de solo virgem para aterro através da reutilização dos solos escavados e dos outros materiais da Classe A. Houve também, a redução da poluição ao meio ambiente pelo não encaminhamento de 83,54 toneladas de resíduos para aterros. É importante ressaltar que o envio dos RCC para aterros, embora seja um medida legal, não é desejável porque conduz potenciais impactos ambientais e à utilização desnecessária do solo [29].

Em termos econômicos, os ganhos se deram por meio da redução de custos devido as compras otimizadas de materiais e pela redução de custos de alguns serviços, como por exemplo, o serviço de destinação de entulho que gerou uma economia de R$14.080,00.

Por último, os ganhos sociais foram a educação e o desenvolvimento de uma cultura ambiental. A educação foi por meio da capacitação dos colaboradores da obra, com o treinamento "Educação para Gestão de Resíduos de Construção e Demolição",

favorecendo a inclusão social dessa classe. O desenvolvimento de uma cultura ambiental foi promovido para todos os envolvidos, desde os profissionais até a comunidade local, pela divulgação de conteúdos sobre o gerenciamento de resíduos em redes sociais, reportagem para TV aberta e visitas guiadas de estudantes e profissionais da área.

É importante ressaltar que esses ganhos não foram apenas devidos ao não envio dos RCC para aterros, mas principalmente pela escolha das estratégias utilizadas para alcançar este resultado. Pois, a simples taxa de desvio de aterro não reflete os ganhos, mas sim a rota tecnológica escolhida para o desvio. Por exemplo, a incineração, que pode ser uma alternativa para desviar os resíduos de aterro, traz por outro lado, desvantagens ambientais [30]. Nesse sentido, seguindo a Hierarquia dos Resíduos estipulado na PNRS Lei n° 123.05/2010, após a priorização da redução e da reutilização, a reciclagem é a alternativa tecnológica que apresenta as maiores vantagens ambientais, econômicas e sociais, quando comparadas com outras alternativas [30].

Sendo assim, este estudo demonstra que os aspectos da economia circular podem ser empregados e que levam à obtenção de resultados satisfatórios na escala estudada.

CONCLUSÕES

Ao final da execução, a residência conseguiu a certificação GBC Brasil Casa no nível Platina. A conquista não só agregou valor à edificação, como também confirmou o seu maior desempenho, rigor técnico e responsabilidade ambiental. O caráter sustentável da edificação foi decisivo para realizar o gerenciamento de resíduos e suas respectivas demandas.

A quantidade de resíduos reutilizados e reciclados na residência foi alta, acima de 96% do montante gerado, com os resíduos da classe A, B e D apresentando taxa de 100% de reutilização e/ou reciclagem. Esse resultado é alcançável quando o PGRCC é elaborado e medidas mitigadoras de redução, reúso e reciclagem são aplicadas com rigor. Executar o PGRCC, embora exija maior atribuição de tempo e dedicação das equipes de projeto e execução, é exequível, uma vez que requer medidas simples, praticáveis e compatíveis com a maioria das obras residenciais.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil [processo 23108.057643/2022-46].

REFERÊNCIAS

[1] TAFESSE, S.; GIRMA, Y. E.; DESSALEGN, E. **Analysis of the socio-economic and environmental impacts of construction waste and management practices**. Heliyon, v. 8, p. e09169, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09169

[2] ABRAINC - Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. **Informativo Econômico**. 2024. Disponível em: <https://www.abrainc.org.br/empregos/2023/11/28/construcao-abre-2538-mil-vagas-de-emprego-formal-no-acumulado-do-ano#:~:text=No%20acumulado%20de%202023%2C%20a,foi%20de%202%2C67%20milh%C3%B5es.>.

[3] ABREMA - Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. 2023. Disponível em: < https://www.abrema.org.br/panorama/>.

[4] COELHO JÚNIOR, C. *et al*. **Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Research, Society and Development, v. 7, p. 0–14, 2018. doi: https://doi.org/10.17648/rsd-v7i10.437

[5] CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002**. 2002. Disponível em: < https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305>.

[6] BRASIL. **LEI 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. p. 1–19, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/%5C_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>

[7] GURGUN, A. P.; KOMURLU, R.; ARDITI, D. **Review of the LEED Category in Materials and Resources for Developing Countries**. Procedia Engineering, v. 118, p. 1145–1152, 2015. doi: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.456

[8] NEZHADDEHGHAN, M.; ANSARI, R.; BANIHASHEMI, S. A. **An optimized hybrid decision support system for waste management in construction projects based on gray data: A case study in high-rise buildings**. Journal of Building Engineering, v. 80, p. 107731, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107731

[9] ROSADO, L. P.; PENTEADO, C. S. G. **Avaliação do ciclo de vida do Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da Região Metropolitana de Campinas**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p. 71–82, 2019. doi: 10.1590/S1413-41522019179604

[10] CASTRO, V. R.; SILVA, M. P.; ATAÍDE, C. A. V. **A falha no cumprimento da Lei No 12.305/10 e Resolução CONAMA 307/02: Jóquei, Teresina – PI**. Educação Ambiente em Ação, p. 1–18, 2022. Disponível em: <https://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2724#:~:text=As%20visitas%20realizadas%20aos%20cinco,limitam%20a%20realizar%20a%20segrega%C3%A7%C3%A3o.>.

[11] OLULEYE, B. I.; CHAN, D. W. M.; OLAWUMI, T. O. **Barriers to circular economy adoption and concomitant implementation strategies in building construction and demolition waste management: A PRISMA and interpretive structural modeling approach**. Habitat International, v. 126, p. 102615, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2022.102615

[12] OBATA, S. H. *et al*. **LEED certification as booster for sustainable buildings: Insights for a Brazilian context**. Resources, Conservation and Recycling, v. 145, p. 170–178, 2019. doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.037

[13] GBC BRASIL CASA. **Guia de Certificação: Casa**. 2017. Disponível em: < https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-casa/documentos/>.

[14] PINTO, T. DE P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. p. 1-189, 1999. Disponível em: < https://repositorio.usp.br/item/001061434>.

[15] PINTO, T. DE P.; GONZÁLEZ, J. L. R. **Guia Profissional para uma Gestão Correta dos Resíduos da Construção**. CREA-SP Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e

Agronomia do Estado de São Paulo, 2005. Disponível em: < https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Manual_CREA.pdf>.

[16] HUANG, B. *et al*. **Construction and demolition waste management in China through the 3R principle**. Resources, Conservation & Recycling, v. 129, p. 36–44, 2017. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029

[17] MATOS, J.P.C., ALENCAR, T.C. DE S.B.D. DE. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Aplicação da Logística Reversa no Segmento da Construção Civil**. Revista Multidisciplinar e de Psicologia, v.13, p. 784–807, 2019. doi: https://doi.org/10.14295/idonline.v13i43.1516

[18] ONU - Organizações das Nações Unidas. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 - Cidades e comunidades sustentáveis**. 2015.Disponível em: < https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>.

[19] MA, W. *et al*. **Towards a circular economy for construction and demolition waste management in China: Critical success factors**. Sustainable Chemistry and Pharmacy, v. 35, p. 101226, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101226

[20] ALVES, J. L.; BORGES, I. B.; DE NADAE, J. **Sustainability in complex projects of civil construction: Bibliometric and bibliographic review**. Gestão e Produção, v. 28, p. 1–21, 2021. doi: https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5389

[21] KABIRIFAR, K. *et al*. **A conceptual foundation for effective construction and demolition waste management**. Cleaner Engineering and Technology, v. 1, p. 100019, 2020a. doi: https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100019

[22] CAETANO, M.O., FAGUNDES, A.B., GOME, L.P. **Modelo de regressão linear para estimativa de geração de RCD em obras de alvenaria estrutural**. Ambiente Construído, v. 18, p. 309–324, 2018. https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180099

[23] OLIVEIRA, F. DE A. *et al*. **Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM**. Ambiente Construído, v.20, p. 157–176, 2020. doi: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000400465

[24] GÁLVEZ-MARTOS, J. L. *et al*. **Construction and demolition waste best management practice in Europe**. Resources, Conservation and Recycling, v. 136, p. 166–178, 2018. doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016

[25] ZHANG, C. *et al*. **An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe**. Science of the Total Environment, v. 803, p. 149892, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149892

[26] RAMOS, M.; MARTINHO, G.; PINA, J. **Strategies to promote construction and demolition waste management in the context of local dynamics**. Waste Management, v. 162, p. 102–112, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.02.028

[27] KABIRIFAR, K. *et al*. **Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review**. Journal of Cleaner Production, v. 263, p. 121265, 2020b. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121265

[28] ISMAEEL, W. S. E.; KASSIM, N. **An environmental management plan for construction waste management**. Ain Shams Engineering Journal, p. 102244, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102244

[29] THIVES, L. P.; GHISI, E.; THIVES JÚNIOR, J. J. **An outlook on the management of construction and demolition waste in Brazil**. Cleaner Materials, v. 6, p. 100153, 2022. doi: https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100153

[30] SOUZA, M. A. DE *et al*. **Lixo Zero: por uma rota tecnológica alinhada às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Capítulo 18 do livro: Catadores de Materiais

Recicláveis: um encontro nacional, 2014. Disponível em: < https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores_cap_18.pdf>.