

ESTUDO DE CASO: GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA

Cardoso, P.¹, Potenciano, P.² Fleury, G.C.E.³

¹²³Escola Politécnica

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia-GOÍÁS-Brasil

RESUMO: Essa pesquisa teve como objetivo analisar o gerenciamento de resíduos de uma obra no município de Goiânia-GO. A obra, ainda em fase de construção terá 93.984,06 m² de área construída dividida em 6 torres, localizado no setor Jardim América. Foram realizadas entrevistas com os responsáveis do empreendimento e feito um estudo sobre o gerenciamento de resíduos da primeira torre construída. Os resíduos foram separados em Classe A, B, C e D conforme a classificação da Resolução do CONAMA nº 307 de 2002. A empresa tem uma política de zero caçambas, fazendo com que a não utilização delas se torne a principal forma de economia financeira. Além do reaproveitamento e destinação adequada dos resíduos, várias são as práticas ambientais e de sustentabilidade aplicada na obra, como redução do consumo de energia e reuso da água. O dinheiro economizado é destinado a construção de uma casa que é doada para um funcionário, cumprindo assim com o papel social.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil, Sustentabilidade, Resíduos Sólidos.

ABSTRACT: This research aimed to analyze the waste management of a work in the municipality of Goiânia-GO. The work, still under construction, will have 93,984.06 m² of built area divided into 6 towers, located in the Jardim América sector. Interviews were carried out with those responsible for the project and a study was carried out on the management of waste from the first tower built. Waste was separated into Class A, B, C and D according to the classification of CONAMA Resolution No. 307 of 2002. The company has a zero bucket policy, making not using them the main form of financial savings. In addition to the reuse and proper disposal of waste, there are several environmental and sustainability practices applied in the work, such as reducing energy consumption and reusing water. The money saved is used to build a house that is donated to an employee, thus fulfilling the social role.

Keywords: Construction Waste, Sustainability, Solid Waste.

1. Introdução

Ao longo dos anos a construção civil se tornou um dos setores mais importantes para o desenvolvimento social e econômico do país. Devido a sua alta taxa de empregabilidade e investimentos financeiros esse setor se tornou um importante pilar para o crescimento de países em desenvolvimento como o Brasil. Proporcional ao seu crescimento no PIB de

6,9% no ano de 2022 (SINDUSCON, 2023) [1] o setor carrega consigo uma grande geração de resíduos contaminantes que causam um forte impacto negativo ao meio ambiente, devido à falta de adoção de práticas sustentáveis.

A produção desenfreada de resíduos da construção civil (RCC) é responsável por cerca de 35% a 40% de todo resíduo gerado na atividade humana (Beltrame, 2013) [2], o que traz o questionamento de como conciliar uma atividade de alta produtividade à sustentabilidade e conquistar a redução desses números.

Grande parte dos RCC são dispostos de forma inadequada pela indústria da construção. Diante do uso das caçambas de lixos nas obras, os resíduos acabam sendo destinados de forma inadequada para lixões e aterros sanitários ou ainda, são jogados em lotes vagos, às margens de cursos d'água e de grandes eixos viários, principalmente nas periferias das cidades (Santana, 2016) [3].

Na busca de uma construção sustentável, que procura reduzir a geração de RCC ao máximo, alguns princípios da sustentabilidade precisam ser adotados. Destes princípios Kibert (1994, apud QUEIROZ, 2016) [4] menciona minimizar o consumo de recursos, maximizar a reutilização dos recursos, utilizar recursos renováveis e recicláveis, proteger o ambiente natural, criar um ambiente saudável e não tóxico e fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído.

Em 2015 foram aderidos durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Agenda 2030 (Secretaria De Relações Internacionais) [5]. Esta agenda é um compromisso assumido por todos os países que compuseram a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, e é composta por 17 objetivos que estão relacionados aos principais desafios para o desenvolvimento econômico e social do planeta, tais como mudanças climáticas, desigualdade e pobreza. Muitos desses objetivos se relacionam diretamente com a engenharia, como água e saneamento para todos, energia acessível e limpa, inovação e infraestrutura, e consumo e produção responsáveis.

Visto que cada vez mais o Brasil necessitava de uma ferramenta para o controle dos resíduos produzidos em obra, legislações foram criadas para dar mais responsabilidade aos municípios sob os RCC. A principal legislação criada para o gerenciamento de resíduos é a Resolução CONAMA nº307 instituída em julho de 2002 que elabora planos

de gerenciamento de RCC, classificando-os em classe A, B, C e D como 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 (CONAMA, 2002) [6].

A norma propõe os objetivos de priorizar a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final (CONAMA, 2002, Art. 4º) [6]. Implementando também o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, constando em etapas no seu Art. 6º a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas, o cadastramento de áreas aptas para recebimento, triagem e armazenamento dos RCCs definindo critérios para o cadastramento de transportadores e orientando os geradores para o controle de resíduos (CONAMA, 2002, Art. 6º) [6].

Esta pesquisa se refere a um estudo de caso de uma construção de um condomínio vertical de 93.984,06m² no município de Goiânia, cuja empresa construtora é a Newinc, e tem como objetivo a identificação e caracterização dos resíduos na obra, analisando as diversas possibilidades de destinação final, com viés social, econômico e ambiental.

Em um setor conhecido por gerar toneladas de RCC todos os anos, a Newinc desenvolveu uma gestão de resíduos que possibilita a eliminação completa das caçambas para retirada entulho, onde os resíduos são separados, doados, vendidos, reaproveitados, reciclados (Teixeira, 2018) [7].

2. Materiais e Métodos

Com viés social, econômico e ambiental, este estudo de caso tem como objetivo mensurar os ganhos socioeconômicos e os impactos ambientais das medidas adotadas pela empresa New Inc na obra Terra Mundi Eldorado, buscando avaliar sua efetividade e discussão de resultados.

Caracterizando e quantificando os materiais reaproveitados foi possível comparar os impactos positivos dessas medidas quando comparado com uma obra convencional.

E para tanto, a pesquisa foi realizada a partir de visitas técnicas na obra com registros fotográficos de todos os processos, leitura dos relatórios e planilhas de todos os serviços, fornecidos pelos engenheiros responsáveis, e por fim a análise dos dados levantados com base nas publicações dos artigos técnicos da área.

Os dados analisados da obra serão referentes ao período de junho de 2020 a janeiro de 2023, o que corresponde a 31 meses de obra.

2.1. A construtora

A empresa adota medidas de ESG (Environmental, Social and Governance), que abrange um conjunto de medidas de boas práticas definindo se uma empresa é socialmente consciente, sustentável e corretamente gerenciada.

Através de filosofias presente desde a diretoria e mais altos cargos até na hora da contratação, a empresa garante organizar o consumo, a economia de materiais, os recursos naturais e direcionar o descarte do material reciclável. Com políticas internas de ratificação de caçambas, reutilização dos materiais desperdiçados, reciclagens, reutilização de água dos chuveiros e construções que controlam a contaminação do solo com a água misturada com o concreto a incorporadora instiga seus colaboradores a buscar por alternativas de gerenciamento dos resíduos, diminuir os impactos ao meio ambiente e conseguir uma significativa economia financeira.

Para mensuração dessas medidas, mensalmente é feito um levantamento apresentando o status, com um breve resumo de cada uma das medidas adotadas pela empresa. Com o auxílio de uma planilha de excel, preenchida pelo engenheiro, é possível contabilizar a geração de custos e receitas acumuladas de cada um dos resíduos gerados pela construção. Foi disponibilizado para este estudo o relatório referente ao mês de janeiro de 2023.

2.2. Local de pesquisa

A construção encontra-se no Jardim América, e contempla a construção de 6 torres típicas, sendo cada uma com 20 pavimentos e 8 apartamentos por andar, cada torre tem aproximadamente 600 m², e área total construída é de 93.984,06 m² com previsão de entrega no ano de 2030, conforme etapas indicadas na figura 01:

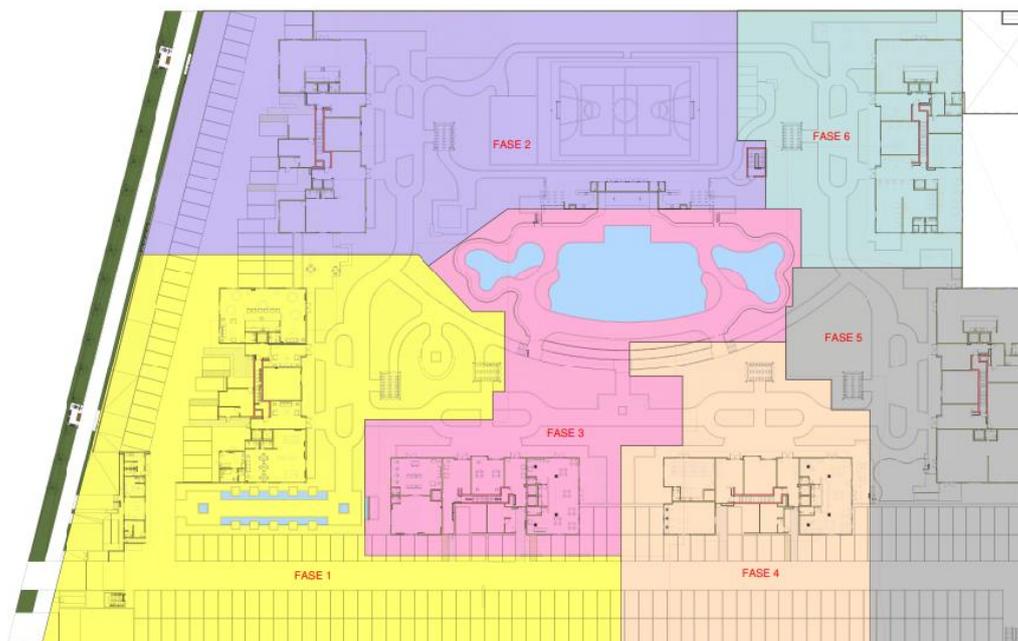


Figura 1. Faseamento da execução: Amarelo – Torre 2 (Fase 1); Roxo – Torre 1 (Fase 2); Rosa – Torre 3 (Fase 3); Bege - Torre 4 (Fase 4); Cinza - Torre 5 (Fase 5); Azul claro - Torre 6 (Fase 6).

O trabalho analisou os dados referente apenas a torre 2, cuja obra iniciou em 02 de junho de 2020 e cuja previsão de entrega no mês de junho de 2023, quando serão finalizadas todas as etapas. Para o estudo em questão os dados analisados da torre 2 são referentes ao período de construção até o mês de janeiro de 2023 e, portanto, não incluem os três meses finais da obra.

2.3. Características da obra

Buscando atender as demandas de uma clientela da classe média e baixa, o edifício é composto por apartamentos que variam entre áreas de 60m², 74m² e 90m², além de proporcionar uma completa área de lazer com mais de 10.000 m², que comporta um complexo aquático com 3 piscinas, área de churrasqueira, quadra poliesportiva, espaço gourmet, playground, pista de skate e outros espaços comunitários.

2.4. Processos construtivos onde são gerados os resíduos

Afim de melhorar a eficiência na disposição final dos resíduos o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) cria a Resolução nº 307 de 2002, que subdivide os resíduos em quatro classes, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2. Classificação dos Resíduos da Construção Civil

Classe	Definição	Exemplo	Destinação
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis	- Resíduos oriundos de obras de infraestrutura; - Resíduos recicláveis, como: metais, vidros, papelão e etc.; - Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto.	Devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias (cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno).	Devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem.	Resíduos de gesso.	Devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	Resíduos como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e etc.	Devem ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: CONAMA (2002) e CONAMA (2015) [8]

Durante o processo construtivo, a obra passa por diversas etapas, as quais desenvolvem soluções crescentes ao longo da execução, deixando para trás rastros de sua passagem, os resíduos.

Durante a etapa da execução da estrutura, são utilizados majoritariamente o aço (para combater os esforços de momento), o concreto (para combater a compressão) e a madeira (para a execução das formas), que passam por um processo produtivo que antecede o seu uso. Para que seja possível a utilização do aço de forma condizente ao solicitado no projeto, são feitos cortes e dobras nas peças, descartando assim as partes sem utilidade; durante a concretagem, são feitas movimentações do concreto durante seu processo executivo, que acabam gerando desperdícios e sendo descartados como entulho; as formas, com o constante contato com intemperes, perde sua qualidade, obrigando o construtor realizar seu descarte, além das serragens e sobras de madeiras que são geradas durante a construção das formas na obra.

Seguindo as etapas produtivas, em sequência são executadas as etapas de fechamentos e acabamentos, onde há a utilização de blocos de concreto, tijolos, revestimentos, gesso,

vidros e outros, que acabam quebrando durante sua instalação ou movimentação no local, além da produção de plásticos e papelões das embalagens dos mesmos.

Nesse sentido, com a finalidade de melhorar a visibilidade, foi feito um levantamento dos principais resíduos gerados e suas destinações finais, conforme mostra a Tabela 01.

Classe	Descrição	Destinação
Classe A	Revestimento	Reutilizado na fabricação da churrasqueira
	Blocos, Concreto e Argamassa	Triturados e utilizados como agregado ou material para aterro
	Tijolos	Triturados e utilizados como agregado ou material para aterro
	Entulho (Resíduo de limpeza de obra)	Aterro Sanitário
Classe B	Serragem	Empresas que utilizam em fornos
	Madeira	Empresas que utilizam em fornos
	Gesso acartonado	Aterro Sanitário
	Gesso	Aterro Sanitário
	Aço	Vendido para recicladores
	Vidros	Logística reversa (retorna para o fornecedor)
	Plástico	Vendido para recicladores
Papel	Vendido para recicladores	
Classe D	Perigoso (tintas, solventes, óleos)	É feito o tratamento e o não aproveitado destinado para aterro
	Rejeitos Refeitório	Aterro Sanitário

Tabelas 1. Descrição dos resíduos e suas destinações

2.5. Projeto zero caçambas

A principal política adotada pela empresa é o projeto zero caçambas, que implica no principal percentual de economia da construção, sendo resumida pelo seguinte cálculo:

$$Econ. = \frac{\left(\frac{\text{Coef. de geração de resíduos} \times \text{metragem da obra} (m^2) \times \text{Perc. de Obra} - \text{Vol. resíduos não reaproveitado} (m^3)}{\text{Vol. da caçamba} (m^3)} \right) \times \text{Valor caçamba}}{(1)}$$

Onde,

Coeficiente de geração de resíduos: número pré-definido pela construtora como 0,14 que significa o percentual de resíduos gerados na obra. Esse valor foi baseado em estudos internos e experiência de mercado que define uma base de cálculo para mensurar a geração de resíduos em comparativo com as construções convencionais;

Metragem da obra: área da construção em metros quadrados;

Percentual de obra: percentual de obra executada até o momento;

Volume de resíduos não reaproveitado: resíduos não reaproveitados na obra em metros cúbicos;

Volume da caçamba: capacidade volumétrica de uma caçamba, em metros cúbicos;

Valor caçamba: preço médio de aluguel de uma caçamba.

Assim com aplicação da fórmula é possível chegar no valor, em reais, de economia de caçambas, uma vez que se refere as caçambas que não foram utilizadas para transportar os resíduos da obra.

2.6.Reutilização de materiais

Outra medida de grande impacto na economia da obra se dá com a reutilização da argamassa desperdiçada. Usada como um substituto da areia, o resíduo entra como um insumo na montagem do novo traço para a produção do chapisco, a partir de uma tabela montada pela empresa respeitando a seguinte fórmula:

$$Economia = \frac{Quant.de\ giricas\ no\ mês}{Quant.de\ girica\ por\ traço} \times volume\ de\ areia \times preço\ areia \quad (2)$$

Onde,

Quantidade de giricas no mês: levantamento do volume executado da argamassa que será reaproveitado, em quantidade de giricas;

Quantidade de giricas por traço: quantidade necessária de giricas para a produção de apenas um traço;

Volume da areia: volume de areia necessária para a produção de cada traço, em metros cúbicos;

Preço da areia: preço médio do metro cúbico da areia.

Portanto com o uso da fórmula é possível mensurar o volume de areia que foi deixado de usar no processo devido a sua substituição pela argamassa reaproveitada.

Além disso, todo resíduo cerâmico proveniente da etapa de acabamentos, são separados e são reutilizados como matéria-prima para a confecção das churrasqueiras pré-moldadas que são utilizadas nos apartamentos do empreendimento.

2.7. Reutilização da água

A empresa adota também outras ações que visam reduzir o consumo de água potável, A empresa dispõe de uma estação de tratamento de águas cinzas (ETAC), que trata todo o volume de água coletada nos ralos dos chuveiros do canteiro de obras e que depois de tratada é reutilizada nas bacias sanitárias, lavagem de caminhões e nas áreas verdes. Para mensurar essa economia, a vazão da água é medida em um medidor de vazão e em seguida multiplicada pelo preço do volume de água, conforme a fórmula a baixo:

$$\text{Economia} = \text{volume de água tratada} \times \text{preço água (m}^3\text{)} \quad (3)$$

2.8. Construções de boas práticas

Aproveitando o espaço do canteiro de obra, a empresa adota medidas com o intuito de melhorar a limpeza, a organização e incentivar práticas sustentáveis, como a construção de baias que comportam a disposição de resíduos como: aço, papelão, plásticos, madeira, entre outros, que são vendidos para empresas que fazem a reciclagem ou o reuso desses materiais, afim de adquirir mais uma forma de receita.

Além disso, são construídas baias para lavagens das bicas dos caminhões de concreto, ambientes adaptados para lavagens de carrinhos de mão, betoneiras e ferramentas utilizadas no processo de pintura. Essa água passa por um processo de sedimentação das partículas grosseiras e a água decantada é usada para irrigação de áreas verdes, enquanto os restantes dos resíduos são destinados para aterros sanitários.

3. Resultados e Discussão

Diante do exposto, todos os resultados obtidos foram extraídos dos dados fornecidos pela construtora. Com isso, foi possível visualizar as principais receitas e despesas dos processos.

O maior impacto econômico dessas medidas ocorre na redução do número de caçambas para o armazenamento dos resíduos. Além disso, em concordância com o

exposto por Dantas (2011) [9], no qual afirma que a maior geração de volumes de resíduos em uma obra ocorre nas fases de estrutura e alvenaria, este estudo, encontrou também seus maiores volumes nas mesmas etapas.

3.1. Volumes de resíduos economizados

A partir dos dados fornecidos pela construtora sobre a geração de resíduos na obra, foi possível visualizar um volume majoritário de geração dos resíduos classe B (somando 66,18% do total da geração) conforme indicado na Tabela 02 a seguir. Esta tabela foi elaborada a partir do preenchimento periódico do engenheiro responsável pela obra, com o adicional de sua representação percentual equivalente de cada um desses volumes.

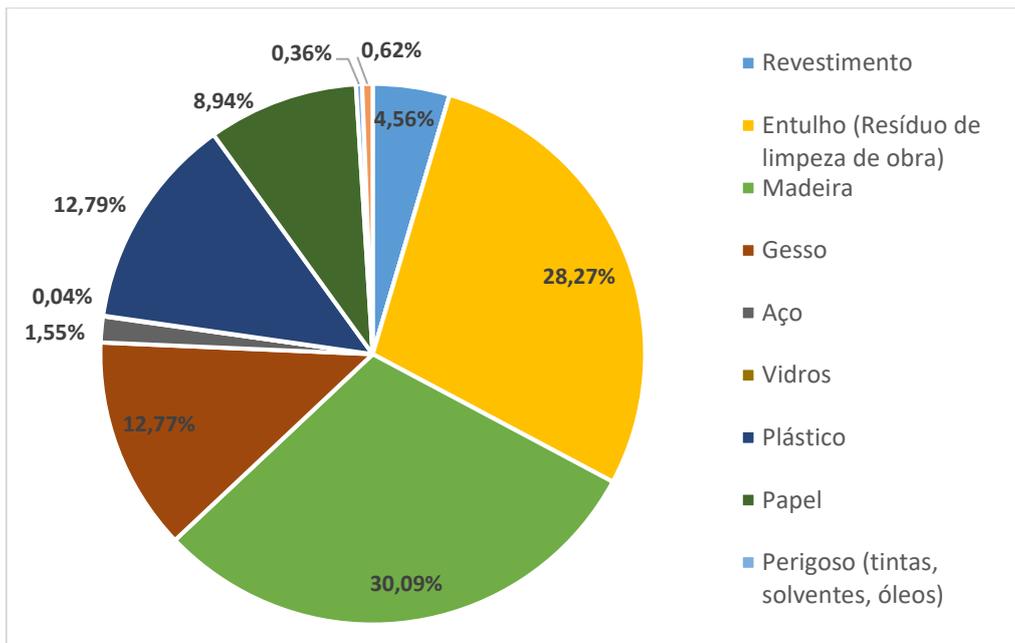
Tabelas 2. Volume gerado na obra e sua representação em porcentagem

Descrição		Volume Retirado	
		Acumulativo (m ³)	Porcentagem (%)
Classe A	Revestimento	25,00	4,56
	Blocos, Concreto e Argamassa	-	-
	Tijolos	-	-
	Entulho (Resíduo de limpeza de obra)	155,00	28,27
Classe B	Serragem	-	-
	Madeira	165,00	30,09
	Gesso acartonado	-	-
	Gesso	70,00	12,77
	Aço	8,50	1,55
	Vidros	0,20	0,04
	Plástico	70,15	12,79
	Papel	49,03	8,94
Classe D	Perigoso (tintas, solventes, óleos)	2,00	0,36
	Rejeitos Refeitório	3,40	0,62
TOTAL:		548,28	100,00

Fonte: Construtora New Inc

A partir dos dados apresentados na Tabela 02 foi feito o Gráfico 01, com os resultados em porcentagem.

Gráfico 01. Representação do volume de resíduos gerado na obra (em porcentagem)



Fonte: Autor (2023)

De acordo com a Tabela 2, durante os 32 meses de obra analisados, foram gerados um total de 180 m³ (32,83 %) de resíduos da classe A, incluindo os provenientes da limpeza da obra, mais 362,88 m³ (66,18%) de resíduos classe B, onde abrange a madeira, gesso, aço, vidros, plástico e papel e, por último os resíduos classe D com um total de 5,4 m³ (0,98%) representados pelos resíduos perigosos e rejeitos de refeitório.

Assim como previsto por Valporto, Azevedo e Azevedo (2016) [10], que após a análise de três obras obteve como resultado, dentre os resíduos gerados, a madeira com maior volume de desperdício, o nosso estudo também indicou o maior percentual de resíduos para a madeira com uma geração de 165 m³, sendo responsável por 30,09% da geração total de resíduos conforme Tabela 02.

Tendo em mãos os volumes gerados na obra, foi realizado um levantamento do resultado financeiro de cada um deles, onde é possível visualizar o volume reaproveitado na obra dos resíduos gerados, a receita ou economia resultante da venda ou reaproveitamento do material e os gastos com logística e/ou destinação desses resíduos, conforme apresentado na Tabela 03.

Tabela 03. Representação do volume de resíduos gerado na obra (em porcentagem)

Descrição		Volume Reaproveitado (m³)	Receita/Economia	Gastos	Saldo
Classe A	Revestimento		R\$ 1.250,00		- R\$ 3.514,28
	Blocos, Concreto e Argamassa	139,22	R\$ 19.635,72	R\$ 12.900,00	
	Tijolos				
	Entulho (Resíduo de limpeza de obra)			R\$ 11.500,00	
Classe B	Serragem				- R\$ 3.219,39
	Madeira			R\$ 2.800,00	
	Gesso acartonado				
	Gesso			R\$ 3.500,00	
	Aço	9,6	R\$ 2.858,98		
	Vidros				
	Plástico		R\$ 170,26		
Papel		R\$ 51,37			
Classe D	Perigoso (tintas, solventes, óleos)				R\$ -
	Rejeitos Refeitório				
Logística	Implantação/manutenção/mão de obra			R\$ 12.270,00	- R\$ 13.490,00
	Logística e Transporte			R\$ 1.220,00	
TOTAL:		148,82	R\$ 23.966,33	R\$ 44.190,00	- R\$ 20.223,67

Fonte: Construtora New Inc

De acordo com a Tabela 03, os resíduos classe A, tiveram um resultado negativo de R\$ 3.514,28, justificados pelas despesas de R\$ 11.500,00 com retirada e destinação final dos entulhos e R\$ 12.900,00 com o processo de reaproveitamento dos blocos, concretos e argamassas na fabricação da churrasqueira e reutilização como insumo na produção do chapisco, superando as economias provenientes da reutilização de 139,22 m³ desses materiais (R\$ 19.635,72) e R\$ 1.250,00 economizados com a diminuição do uso da argamassa.

Os resíduos classe B, também apresentaram prejuízo. Mesmo tendo uma receita com a venda dos plásticos e papéis, além da economia com a reutilização de 9,6 m³ de aço, teve uma despesa superior, com a destinação da madeira e do gesso, resultando em um prejuízo de R\$ 3.219,39.

Além desses, para a execução da gestão desses resíduos, foi necessário o investimento na adequação e manutenção dos ambientes de R\$ 12.270,00 e desembolsar R\$ 1.220,00 no transporte desses materiais.

Diante disso o prejuízo foi de R\$ 20.223,67 na gestão dos resíduos na obra estudada, comprovando que a gestão por si só, não foi rentável para a construtora. Porém assim como citado pela SINDUSCON-CE (2011) [11], a segregação dos resíduos na fonte, além de contribuir ao processo de reciclagem, a atividade de segregação dos resíduos possibilita a organização e limpeza do local de trabalho, podendo trazer como benefício indireto a redução no índice de afastamento de trabalhadores por acidente provocado pela desordem no canteiro.

Além disso, devido a diminuição do uso dos chuveiros por parte dos colaboradores, a construção apresentou um resultado negativo quanto ao reuso da água. Com a redução da água de reuso foi necessário aumentar o consumo da água da rede pública da Companhia de Saneamento de Goiás - Saneago para abastecimento das bacias sanitárias, lavagem dos caminhões e para o uso nas áreas verdes, levando a um prejuízo de R\$ 5.369,90 frente a economia prevista no início na obra.

Já a utilização de lâmpadas de LED e a energia provenientes das placas solares, geraram uma economia de R\$ 3.311,63.

3.2. Economia de caçambas

Com o projeto zero caçambas, implantado na construção, foi feito o cálculo a partir dos dados disponibilizados pela empresa e com a Fórmula (1), anteriormente apresentada, conforme demonstrado a baixo:

- Percentual de obra executada: 16,17%;
- Área de construção da obra: 93.984 m²;
- Coeficiente de geração de resíduos: 0,14;
- Volume de resíduos não reaproveitados na obra: 548,28m³;
- Volume máximo de uma caçamba: 6m³;
- Preço médio de uma caçamba: R\$ 260,00.

Foi possível chegar ao seguinte resultado:

$$Econ. = \frac{(0,14 \times 93.984 \times 16,17\% - 548,28)}{6} \times R\$ 260,00 = R\$ 68.418,62$$

Com isso foi possível verificar o impacto positivo dessa medida, sendo a de maior relevância quanto ao resultado financeiro.

3.3. Resultado financeiro

Utilizando como base nos resultados anteriormente apresentados, foi criada a Tabela 4, que tem a finalidade de apresentar os resultados financeiros de cada uma das medidas adotadas pela construção estudada.

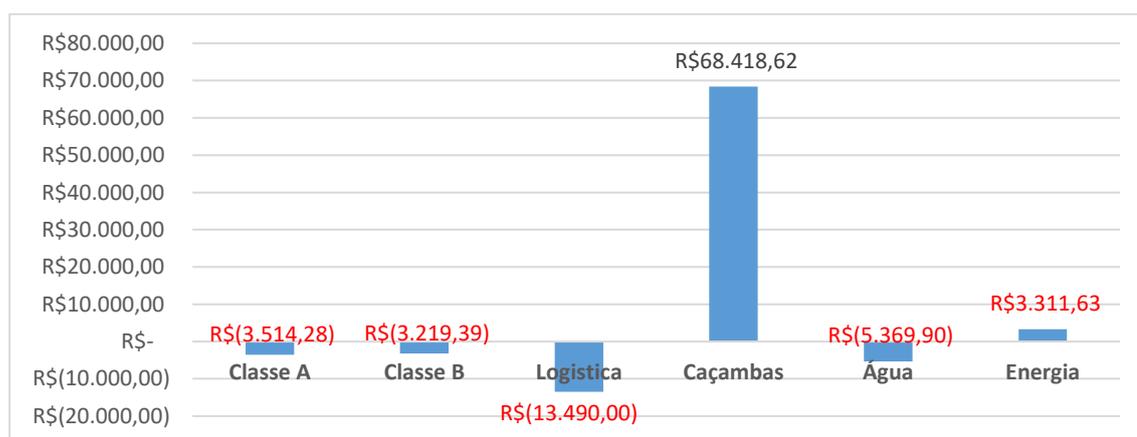
Tabela 04. Resultado financeiro da gestão dos resíduos, água e energia.

Descrição		Resultado	Total
Resíduos	Classe A	-R\$ 3.514,28	R\$ 48.194,95
	Classe B	-R\$ 3.219,39	
	Logística	-R\$ 13.490,00	
	Caçambas	R\$ 68.418,62	
Água		-R\$ 5.369,90	-R\$ 5.369,90
Energia		R\$ 3.311,63	R\$ 3.311,63
RESULTADO:			R\$ 46.136,68

Fonte: Autor (2023)

Para melhor visualização segue os dados da Tabela 04 representado no Gráfico 02.

Gráfico 02. Resultado financeiro da gestão dos resíduos, água e energia.



Fonte: Autor (2023)

Com isso, é possível visualizar que a principal economia da obra se dá pela diminuição do uso de caçambas para a coleta dos resíduos, e somando os resultados positivos das

ações de logística e consumo de energia e subtraindo os resultados negativos das outras medidas, foi possível chegar em uma economia total de R\$ 46.136,68.

3.4. Doação da Casa

Com o intuito de incentivar todos os trabalhadores a aderirem as medidas sustentáveis na obra, e atingir a parte social da sustentabilidade, a NewInc criou o programa Viva Casa. Esse programa consiste na doação de uma casa para algum trabalhador que faça parte da equipe da obra. Tendo o objetivo de ajudar uma família e ensinar a importância de se cuidar do meio ambiente, o programa consiste em a cada R\$ 30.000,00 arrecadados pela economia gerada pelo controle de resíduos, a NewInc doa a mesma quantia para que a casa seja construída e doada.

Até o momento do estudo, foram economizados R\$ 46.136,68 conforme demonstrado no tópico anterior, desse total, R\$ 30.000,00 foi doado para uma dessas famílias, restando ainda R\$ 16.136,68 que continuam contabilizando para a próxima doação. Essa medida mostra que o objetivo principal não é o retorno financeiro, mas o impacto social para os trabalhadores, incentivando-os a adotarem as práticas ambientais e valorizando a empresa.

4. Conclusão

Com a elaboração deste trabalho, verificou-se a importância do planejamento no controle de resíduos produzidos na construção de um condomínio vertical, onde foi possível verificar uma economia financeira com o gerenciamento dos resíduos da construção.

Destacamos também que para obter o resultado financeiro positivo a redução do número de caçambas foi primordial, visto que os gastos que seriam gerados pelo uso das caçambas transformaram-se em economia.

O caso estudado se aplica a uma construção de baixo e médio padrão, onde todo o lucro obtido pela gestão dos resíduos é destinado para a doação de um dos colaboradores, afim de atender o pilar social das medidas sustentáveis adotadas pela empresa. Considera-

se que este seja um ponto fundamental na motivação dos trabalhadores em participar das práticas e ações ambientais implementadas.

Assim, empresas construtoras que visam a sustentabilidade, como a do caso analisado, ganham também em marketing com o destaque em revistas, palestras e premiações da área.

Com isso, foi concluído que a obra conseguiu atender os três principais fatores de sustentabilidade, cumprindo seu papel com a parte social, financeira e ambiental.

5. Referências Bibliográficas

1. SINDUSCON. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://sindusconsp.com.br/pib-da-construcao-cresceu-69-em-2022-2/>. Acesso em 16 mai. 2023.
2. BELTRAME, E. de S. Meio Ambiente na Construção Civil. 2013. Disponível em: http://www.eduardo.floripa.com.br/download/Artigo_meio_ambiente.pdf Acesso em: 11 abr. 2023.
3. SANTANA, I. C. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E EM CONCEIÇÃO DO ALMEIDA - BA. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190314175553_2015.2__TCC_Izira_Cunha_Santana_-_Anlise_Dos_Impactos_Ambientais_Causados_Pelos_Resduos_Slidos_De_Construo_E_Demolio_Em_Conceio_Do_Almeida__Ba.pdf. Acesso em 15 mai. 2023.
4. KIBERT, C. **Edificações Sustentáveis**. Projeto, Execução, Operação. 4 ed. Porto Alegre, 2020, apud QUEIROZ, Neucy. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Construções sustentáveis na Engenharia Civil e a responsabilidade socioambiental, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Av. Universitária, 1000. Bairro Universitário. Montes Claros-MG (CEP 39404-547), v.3, p. 256-263, abr. 2016.
5. SECRETARIA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS, Agenda 2030: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, 2022. Disponível em: <https://www.internacional.df.gov.br/agenda-2030-objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em 22 jun. 2023.
6. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2002). Resolução 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

7. TEIXEIRA, Maíra. **EXAME**, Fortaleza, Edição 1174, nº22, p.108 e 109, Novembro, 2018.
8. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2015). Resolução 469, de 29 de julho de 2015. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
9. DANTAS, T. R. Diagnóstico da situação dos resíduos de construção civil (RCC) no município de Angicos (RN). Dissertação (Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia)) — Universidade Federal do Semi-Árido – UFERSA, Angicos, 2011. 47 f.
10. VALPORTO, M. S.; AZEVEDO, P. S. A. P. S.; AZEVEDO, P. S. Gestão do design na identificação dos fatores de impactos ambientais da construção civil. *Estudos em Design*, v. 24, n. 1, p. 124–151, 2016.
11. SINDUSCON-CE. Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil. Ceará, 2011. Disponível em: <http://www.ibere.org.br/anexos/325/2664/manual-de-gestao-de-residuos-solidos---ce-pdf>. Acesso em 16 mai. 2023.

APÊNDICE I



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1059 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3948.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante PAULO HENRIQUE CARDOSO
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2017.2.0025.0083-6
telefone: (62) 9 9900 - 7025 e-mail phcardosogyn@gmail.com,
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Coprocessamento como alternativa de destinação de resíduos sólidos urbanos, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 08 de março de 2023.

Assinatura do autor: Paulo Henrique Cardoso

Nome completo do autor: PAULO HENRIQUE CARDOSO

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: _____

APÊNDICE 2



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1059 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3246.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Pedro Potenciano de Carvalho
do Curso de ENGENHARIA CIVIL, matrícula 2016.1.0025.0994-3,
telefone: (62) 99301-1221 e-mail Pedro.CARVALHO@newing.com.br
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado COPROCESSAMENTO COMO ALTERNATIVA DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 09 de MARÇO de 2023.

Assinatura do autor: _____

Nome completo do autor: PEDRO POTENCIANO DE CARVALHO

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: _____