

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

LETÍCIA MAYARA FOGATE

**GERENCIAMENTO DE RCC EM UMA OBRA RESIDENCIAL
COMERCIAL DE CAMPO MOURÃO – PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2021

LETÍCIA MAYARA FOGATE

**GERENCIAMENTO DE RCC EM UMA OBRA RESIDENCIAL
COMERCIAL DE CAMPO MOURÃO – PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC 2), do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Campus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Vanessa Medeiros Corneli

Co-orientador: Prof^o. Dr^o. Thiago Morais de Castro

CAMPO MOURÃO

2021



**TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
INTITULADO**

**GERENCIAMENTO DE RCC EM UMA OBRA RESIDENCIAL COMERCIAL DE
CAMPO MOURÃO – PARANÁ**

DA DISCENTE

LETÍCIA MAYARA FOGATE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 04 de maio de 2021 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. A acadêmica foi arguida pela Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho aprovado com alterações.

Morgana Suszek Gonçalves
Avaliador 1
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paula Cristina de Souza
Avaliador 2
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Thiago Morais de Castro
Co-orientador
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Vanessa Medeiros Corneli
Orientadora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por proteger os meus caminhos, ser a minha fonte de fé e esperança.

Agradeço aos meus pais, pelos valores a mim ensinados, por sempre me incentivarem e pelo amor incondicional.

Agradeço ao meu irmão pelos conselhos, por sempre ter estado do meu lado e ter acreditado que eu seria capaz mesmo quando eu duvidei.

À todos os meus familiares que me encorajaram e me deram apoio.

À minha professora e Orientadora Dra. Vanessa Medeiros Corneli pela oportunidade, ensinamentos, motivação e atenção.

Ao meu professor e Co-orientador Dr. Thiago Morais de Castro pelos ensinamentos e motivação.

Agradeço a todos os meus amigos e amigas que fiz na UTFPR, por tantos momentos compartilhados, ficarão para sempre em minha memória.

Agradeço as minhas amigas de infância Giovana Rios, Marina Bozelli, Natália Ricardo e Flávia Pavan, pois apesar da distância sempre se mantiveram presentes.

À todos os professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, que compartilharam comigo seus ensinamentos, sendo responsáveis pelo meu crescimento profissional e pessoal.

À Habitat Consultoria Ambiental, Empresa Júnior que me proporcionou a oportunidade de adquirir conhecimentos práticos durante a minha graduação.

Ao Movimento Empresa Júnior, por ressignificar a minha trajetória e me ensinar que os desafios podem ser grandes, mas nunca impossíveis se acreditarmos no propósito e termos amor pelo que fazemos.

À todos, o meu muito obrigada, vocês foram essenciais!

RESUMO

O setor da construção civil é um dos setores com maior participação na economia brasileira, no entanto, devido ao elevado consumo de recursos naturais e grande geração de resíduos, causa impactos ambientais significativos. Visando a importância do adequado gerenciamento dos resíduos da construção civil, este trabalho teve como objetivo elaborar e implementar uma proposta de gerenciamento dos resíduos da construção civil para uma obra residencial comercial em fase de superestrutura e alvenaria, localizada no município de Campo Mourão, Paraná. As etapas aplicadas foram: caracterização da obra; identificação e classificação dos resíduos; definição de critérios para triagem e instalação de dispositivos para acondicionamento; capacitação e orientação dos colaboradores; preparação do canteiro de obras para triagem e acondicionamento; e monitoramento e quantificação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados. Identificou-se a geração dos seguintes tipos de RCC: entulho, papel/papelão, plástico, madeira, metal e poliestireno, os quais foram classificados conforme ABNT NBR 10.004:2004 e Resolução Conama 307 de 2002 e alterações. Através da estimativa de geração por tipo de resíduo, constatou-se que o entulho e a madeira foram os resíduos com o maior volume, 60 m³ (45,94%) e 51 m³ (39,05%) respectivamente. Analisando a estimativa por classe de resíduo, a classe B obteve o maior volume de resíduo gerado (70,6 m³), no entanto, toda a classe B passa por processo de reciclagem ou reutilização. Portanto, somente 45,94% do volume de resíduo gerado foi destinado a aterro de RCC. O indicador geral de geração de RCC classe A foi de 60 m³/2.035 m² ou aproximadamente 0,0295 m³/m².

PALAVRAS-CHAVE: resíduos de construção civil; plano de gerenciamento de resíduos, desempenho ambiental, sustentabilidade.

ABSTRACT

The civil construction sector is one of the sectors with the largest participation in the Brazilian economy, however, due to the high consumption of natural resources and large generation of waste, it causes significant environmental impacts. Aiming at the importance of adequate management of construction waste, this work aimed to develop and implement a proposal for the management of construction waste for a commercial residential work in the phase of superstructure and masonry, located in the municipality of Campo Mourão, Paraná. The applied steps were: characterization of the work; identification and classification of waste; definition of criteria for sorting and installing devices for packaging; training and guidance of employees; preparation of the construction site for sorting and packaging; and monitoring and quantification of civil construction waste (RCC) generated. The generation of the following types of RCC was identified: rubble, paper / cardboard, plastic, wood, metal and polystyrene, which were classified according to ABNT NBR 10.004: 2004 and Conama Resolution 307 of 2002 and amendments. Through the generation estimate by type of waste, it was found that rubble and wood were the waste with the largest volume, 60 m³ (45.94%) and 51 m³ (39.05%) respectively. Analyzing the estimate by class of waste, class B obtained the highest volume of waste generated (70.6 m³), however, all class B goes through a recycling or reuse process. Therefore, only 45.94% of the volume of waste generated was sent to RCC landfill. The general indicator of RCC class A generation was 60 m³ / 2,035 m² or approximately 0.0295 m³ / m².

KEYWORDS: construction waste; waste management plan; environmental performance; sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
3 JUSTIFICATIVA	10
4 REVISÃO DE LITERATURA	12
4.1 O Setor da Construção Civil	12
4.2 A Construção Civil e os Impactos Ambientais	12
4.3 RCC e os Aspectos Legais	13
4.4 Definição e Classificação dos Resíduos	14
4.4.1 Resíduos Sólidos.....	14
4.4.2 Resíduos da Construção Civil	15
4.5 Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	16
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 Caracterização da Obra	18
5.2 Identificação e Classificação dos RCC	18
5.3 Definição de Layout para Triagem e Acondicionamento dos RCC	19
5.4 Capacitação e Orientação dos Colaboradores	19
5.5 Preparação do Canteiro de Obras para Triagem, Acondicionamento e Quantificação dos RCC	19
5.6 Monitoramento e Quantificação dos RCC	20
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6.1 Caracterização da Obra	21
6.2 Identificação e Classificação dos Resíduos Gerados	22
6.3 Layout para Triagem e Acondicionamento dos RCC	24
6.4 Capacitação e Orientação dos Colaboradores	25
6.5 Preparação do Canteiro de Obras para a Triagem, Acondicionamento e Quantificação dos RCC	27
6.6 Monitoramento e Quantificação dos RCC	34
7 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, é uma das esferas da economia que mais utiliza recursos naturais e é também, o maior gerador de resíduos, devido principalmente ao método construtivo adotado no Brasil, alvenaria convencional, que contribui para o desperdício de materiais. Todos estes fatores combinados, causam grandes impactos ambientais (SILVA, et al. 2015).

Os resíduos da construção civil (RCC), representam de 51% a 70% do volume de resíduos sólidos no meio urbano gerados em um município (RODRIGUES, 2017).

A elevada geração de RCC, associada a deposições irregulares, acarreta um número expressivo de áreas degradadas e coloca em risco os recursos naturais. Estas disposições inadequadas estimulam o lançamento clandestino de outros tipos de resíduos não inertes, seja de origem doméstica ou industrial, que aumentam a taxa de degradação, dificultando a recuperação futura do local (DUARTE, 2016).

Com a aprovação da Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, alterada pelas Resoluções nº 348/2004, nº 431/2011, nº 448/2012 e nº 469/2015, que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos de construção e as responsabilidades dos geradores, percebe-se um avanço na busca da minimização dos impactos causados. Mas ainda assim, há muitas dificuldades no que se refere ao acondicionamento, tratamento e disposição final desse resíduo, e na busca por mecanismos que viabilizem um gerenciamento adequado (BRASIL, 2002; SILVA, 2016).

É exigência para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil, o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), a ser elaborado pelos grandes geradores. Do conteúdo mínimo dos PGRCC, exige-se por legislação a caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos (BRASIL, 2002).

Portanto, este trabalho visa contribuir como uma proposta de gerenciamento dos RCC, tendo como objeto de estudo uma obra residencial comercial em fase de superestrutura e alvenaria, localizada no município de Campo Mourão, Paraná.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho foi elaborar e implementar uma proposta de gerenciamento dos resíduos da construção civil para uma obra residencial comercial em fase de superestrutura e alvenaria, localizada no município de Campo Mourão, Paraná.

Para cumprir com o objetivo geral estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos:

- I –Caracterizar a obra em estudo;
- II – Identificar e classificar os tipos de resíduos gerados na fase de superestrutura e alvenaria;
- III – Definir um layout para a triagem e acondicionamento dos resíduos;
- IV –Capacitar e orientar os colaboradores quanto às etapas necessárias para a implementação da proposta de gerenciamento dos resíduos;
- V – Preparar o canteiro de obras para a triagem, acondicionamento, transporte e quantificação dos RCC;
- VI – Monitorar e quantificar a geração de RCC.

3 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil exerce papel fundamental no desenvolvimento econômico e social do país, no entanto, ocasiona grandes impactos ambientais, seja pela extração de recursos naturais, alteração da paisagem ou pela geração de RCCs (LEITE, 2018).

É no canteiro de obras, que parte destes impactos ocorre, devido a geração de vibração, ruídos, resíduos sólidos, desperdício de água e energia elétrica.

Observa-se, que por vezes as questões ambientais são tratadas a partir de uma postura reativa (SILVA, 2015).

Para que este comportamento seja modificado, faz-se necessário a adoção de práticas de sensibilização e mobilização, a fim de esclarecer as influências positivas e negativas que as ações da indústria da construção têm sobre o meio, como também a questão econômica, já que o respeito ao ambiente e o combate ao desperdício apresentam-se como diferenciais benéficos à toda organização (SILVA, 2015).

A Resolução CONAMA nº307 de 2002, determina que os grandes geradores sejam os responsáveis pelo gerenciamento de seus resíduos, além de proibir o envio a aterros sanitários e determinar a adoção do princípio da prevenção a geração de resíduos, obrigando os geradores e prefeituras a tomarem medidas para a redução da geração de RCCs (SILVA, 2017).

No entanto, mesmo após a publicação da Resolução CONAMA nº 307/2002, e da Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, Lei 12.305 de 2010, ainda são encontradas dificuldades para que a disposição e a reciclagem dos resíduos sejam realizadas corretamente, como a ausência de dados, visto que a maioria das prefeituras não dispõe de dados sistematizados sobre a gestão de RCC (BARROS, 2012).

De modo geral, há a dificuldade em estabelecer estimativas de geração, tratamento e disposição final tanto em nível regional quanto nacional (SOUZA, 2019). Isso contribui para que haja falhas quanto ao atendimento das legislações ambientais vigentes, impossibilitando que medidas de gestão sejam aplicadas de forma efetiva, como por exemplo os Planos de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil – PGRCC, instrumento este fundamental para a diminuição dos impactos ambientais provenientes das construções civis.

Diante disso, estudos nessa temática contribuem como um instrumento de análise do gerenciamento de resíduos da construção civil.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O Setor da Construção Civil

A construção civil está entre as principais esferas responsáveis pela economia brasileira. De acordo com o último Balanço Nacional da Indústria da Construção de 2013, nas últimas décadas a Construção Civil mostrou-se uma participação significativa em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, estando o seu PIB muito próximo ou até mesmo superando em alguns anos o PIB Nacional (CBIC, 2018).

De 2000 a 2014, o emprego na indústria de construção cresceu a um ritmo elevado, resultando em uma abertura considerável de postos de trabalho. Em 2014, a participação relativa da construção civil na população ocupada total foi de 8,67%, atingindo sozinha 8.639.884 habitantes. Este crescimento ocorreu principalmente devido aos incentivos do governo, como o PAC (Programa de Aceleração e Crescimento) e o PMCMV (Programa Minha Casa Minha Vida). No entanto, nos últimos anos, têm-se notado uma participação menos efetiva da construção civil na economia brasileira, isso se dá principalmente ao cenário político atual (CBIC, 2018).

É fase de reestruturação para o setor da construção civil, os recursos financeiros estão cada vez menores, o mercado consumidor está mais exigente e, os trabalhadores, por sua vez, têm procurado condições melhores de trabalho. Estes fatores exigem uma nova postura das empresas da área, as quais acabam tendo que adotar estratégias empresariais mais modernas, com foco na qualidade, na racionalização e na produtividade, propiciando a obtenção de um produto mais econômico e de melhor qualidade (FIEB, 2013).

4.2 A Construção Civil e os Impactos Ambientais

A razão pela qual a construção civil é causadora de impactos ambientais está associada ao consumo de recursos naturais, devido à extração e consumo de materiais não renováveis encontrados no ambiente, como pedra, areia e madeira, e a geração de resíduos da construção civil a partir da atividade construtiva, envolvendo as perdas e desperdícios de materiais (SILVA; NETO, 2020).

Segundo Lordêlo et al. (2007), estima-se que a construção civil é responsável em torno de 20 a 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. Este consumo, é variável de acordo com cada região, devido à fatores como: taxa de resíduos gerados, vida útil ou taxa de reposição das estruturas construídas, necessidades de manutenção (até mesmo as que visam corrigir falhas construtivas), perdas incorporadas nos edifícios e tecnologia aplicada (FIEB, 2013).

De acordo com o panorama da situação dos resíduos sólidos no Brasil, elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, do ano de 2017, cerca de 62% de todo o resíduo sólido gerado no Brasil originou-se das atividades de construção e demolição, o que corresponde aproximadamente a 45 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição gerados por ano num total de 71,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Ainda assim, essa quantidade pode ser ainda maior, já que esses valores se referem apenas aos materiais coletados legalmente ou destinados aos coletores públicos. (BESSA; MELLO; LOURENÇO, 2019).

E o maior problema não está somente na quantidade de resíduos gerados, mas sim na destinação incorreta dada aos mesmos (CASSALHA, 2015).

Além disso, a falta de gerenciamento e a disposição incorreta dos RCC, causam impactos negativos como degradação e poluição do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, obstrução dos sistemas de drenagem, aumento de enchentes, degradação da paisagem urbana, ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, proliferação de moscas, baratas, ratos e demais vetores de importância sanitária nos centros urbanos (KLEIN, 2017).

4.3 RCC e os Aspectos Legais

As legislações como um todo são fundamentais, pois auxiliam na busca por um meio ambiente equilibrado, economicamente viável e socialmente justo.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, foi o marco inicial das questões ambientais, além de servir como diretriz para formulação de outras leis. Em seu Capítulo VI Do Meio Ambiente, Artigo 225 declara:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Para garantir este direito, a mesma Constituição em seu Art. 21 inciso XX, estabelece competências à União, dentre elas a instituição de diretrizes para o desenvolvimento urbano, incluindo o saneamento básico (BRASIL, 1988).

Saneamento básico é definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, como definido pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, na qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico (BRASIL, 2007).

No que se refere a resíduos sólidos, a lei principal e que norteia as demais resoluções é a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, que dispõem sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como, diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos e, às responsabilidades dos geradores e poder público (BRASIL, 2010).

A Resolução CONAMA nº 307 de 2002 e alterações define, classifica e estabelece a respeito da destinação final dos resíduos sólidos provenientes da construção ou demolição de obras da construção civil, além de conferir ao poder público do município e aos geradores de resíduos, as suas responsabilidades quanto à destinação final (BRASIL, 2002).

4.4 Definição e Classificação dos Resíduos

4.4.1 Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305 de 2010, Art. 3º, inciso XVI, define resíduo sólido como:

“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).”

O processo de classificação de resíduos sólidos, envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, bem como de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT NBR 10.004:2004).

Como estabelecido pela norma ABNT NBR 10.004:2004, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

- a) Resíduos classe I – perigosos: aqueles que possuem características de periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade;
- b) Resíduos classe II – não perigosos;
 - i. resíduos classe II A – não inertes: podem apresentar propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - ii. resíduos classe II B – inertes: não possuem constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (ABNT NBR 10.004:2004, pág. 3, 4 e 5)

4.4.2 Resíduos da Construção Civil

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 2010, em seu Art. 13, classifica os resíduos sólidos quanto à origem e quanto à periculosidade. Em relação à origem, há os resíduos da construção civil, provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010).

Segundo a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, em seu Art. 1º, inciso I, os RCC são:

“Os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica *etc.*, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002, pág. 1).”

Para efeito da Resolução CONAMA 307 e alterações, os resíduos da construção civil são classificados da seguinte forma:

- Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, como os de construção, demolição, reformas e, reparos de pavimentação ou edificações ou de outras obras de infraestrutura, bem como os provenientes de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto, produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B: refere-se aos resíduos recicláveis para outros usos, como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso (Redação dada pela Resolução nº 469/2015);
- Classe C: são os resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (Redação dada pela Resolução nº 431/2011);
- Classe D: enquadra-se os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos prejudiciais à saúde (Redação dada pela Resolução nº 348/2004) (BRASIL, 2002, pág. 3).

4.5 Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

A Resolução CONAMA 448/2012, Art. 2º, inciso IX, define o gerenciamento de resíduos sólidos como sendo o:

“Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010; (nova redação dada pela Resolução 448/12) (BRASIL, 2012, pág. 1).”

Como citado por Cardoso (2010), o gerenciamento correto dos resíduos sólidos da construção civil, bem como a implantação de programas de gestão, incluindo mecanismos de redução, reutilização e reciclagem, além de tornar mais saudável o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, torna o processo construtivo mais competitivo.

Um dos instrumentos que contribui para a aplicação destes mecanismos, é o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), que como apresentado pela Resolução CONAMA 307, deve ser implementado pelos municípios. Esta implementação, visa impulsionar os gestores municipais e as empresas construtoras a adaptar os seus processos (FIEB, 2018).

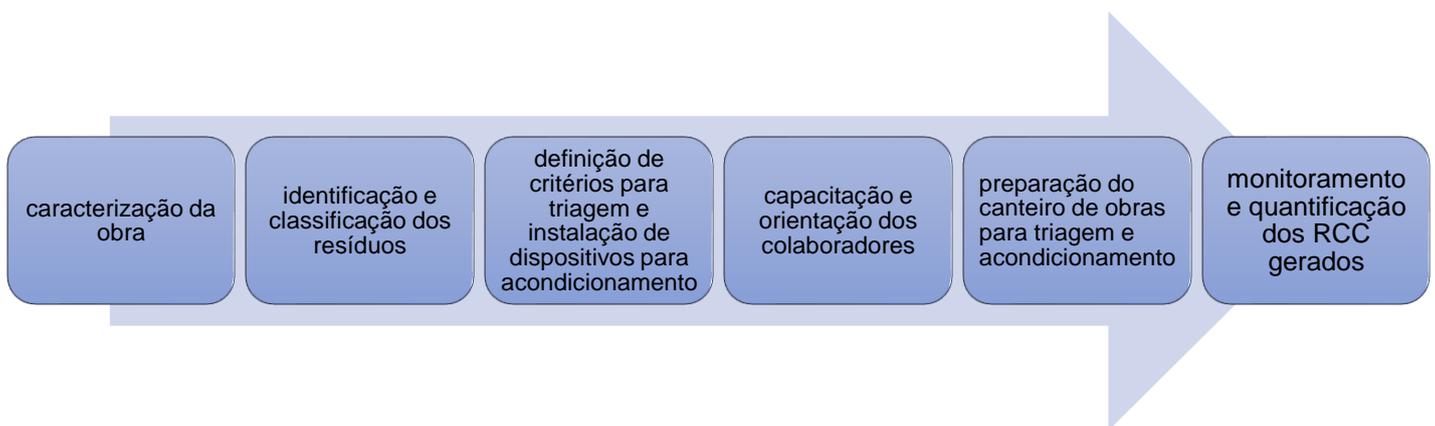
Em Campo Mourão, Paraná, a Lei nº 3898 de 2018, instituiu o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), e em seu capítulo X, apresenta as etapas para a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), bem como as responsabilidades dos geradores de resíduos da construção civil (CAMPO MOURÃO, 2018).

No entanto, vale ressaltar que o gerenciamento correto dos resíduos e a implantação de programas de gestão, só se tornam eficazes, se houver a interação entre os agentes: geradores, coletores e receptores. Isto engloba tanto o setor industrial da construção civil, quanto a sociedade (DUARTE, 2016).

5 MATERIAL E MÉTODOS

As etapas de gerenciamento dos RCC realizadas foram: caracterização da obra; identificação e classificação dos resíduos; definição de critérios para triagem e instalação de dispositivos para acondicionamento; capacitação e orientação dos colaboradores; preparação do canteiro de obras para triagem e acondicionamento; e monitoramento e quantificação dos RCC gerados (Figura 1).

Figura 1 – Etapas de gerenciamento dos RCC



Fonte: Autoria própria (2021).

5.1 Caracterização da Obra

Para a caracterização da obra, foram consultados dados junto à construtora responsável. Foram verificadas informações quanto ao número de pavimentos, início e previsão de término, fase de execução que se encontrava, número de colaboradores no canteiro de obras e dados referentes a área a ser edificada.

5.2 Identificação e Classificação dos RCC

A identificação dos RCC ocorreu por meio de visita *in loco* e conversas com os responsáveis pela obra, a fim de levantar os tipos de resíduos gerados na fase de superestrutura e alvenaria, para que posteriormente fosse elaborada uma proposta de layout para a triagem e acondicionamento dos resíduos.

Para a classificação dos RCC, utilizou-se como referência as classes estabelecidas na Resolução Conama 307 de 2002 e na ABNT NBR 10.004:2004.

5.3 Definição de Layout para Triagem e Acondicionamento dos RCC

A proposta de *layout* a ser implementado, visando a triagem e o acondicionamento dos RCC foi elaborado considerando-se os tipos e as classes de resíduos gerados na etapa construtiva em análise (superestrutura e alvenaria), o espaço disponível no canteiro para a construção das baias de segregação, e a possibilidade de reutilização de materiais.

Para a definição e aprovação do *layout* os responsáveis da obra foram consultados.

5.4 Capacitação e Orientação dos Colaboradores

A atividade de capacitação e orientação dos colaboradores ocorreu no próprio canteiro de obras.

Por meio de uma reunião com duração de aproximadamente 20 minutos, na qual estavam presentes os colaboradores responsáveis pela construção da obra e um representante da construtora, foi apresentada a proposta de como se daria a triagem, acondicionamento, monitoramento e quantificação dos RCC, bem como a importância do estudo.

5.5 Preparação do Canteiro de Obras para Triagem, Acondicionamento e Quantificação dos RCC

Após os responsáveis pela obra aprovarem o *layout* de triagem e acondicionamento dos RCC, foi iniciada a implantação e identificação de locais e dispositivos para acondicionamento segregado, sendo eles baias, bags e caçambas estacionárias.

5.6 Monitoramento e Quantificação dos RCC

O monitoramento do manejo dos RCC se deu de modo quinzenal, alternado entre visitas ao local e contatos telefônicos com o mestre de obra.

Os RCC foram quantificados *in loco*, por aproximadamente 7 meses, conforme o tipo de resíduo e classe.

Para a quantificação do entulho (RCC classe A misto) e das madeiras, levou-se em consideração o volume e o número de caçambas transportadas do local. O papel e o plástico foram quantificados em conjunto, considerando o volume da baia em que estavam acondicionados. Os poliestirenos (isopor®) foram quantificados considerando a quantidade e o volume dos bags onde estavam acondicionados.

Para o controle e quantificação do entulho (RCC classe A misto) e das madeiras foi elaborado e disponibilizado para os colaboradores uma ficha (Quadro 1) para anotação do número de caçambas retiradas da obra e seus respectivos volumes.

Quadro 1 – Modelo de ficha para o controle da retirada de caçambas da obra.

Data	O que está sendo retirado (tipo de resíduo)?	Quantas caçambas e de que volume (m³)?

Fonte: Autoria própria (2021).

De maneira a complementar os dados quantitativos referentes a geração de RCC, foram consultadas as notas de contratação de serviço de caçambas, correspondente a um período de 18 meses.

A partir dos dados quantitativos da geração de RCC no canteiro de obras, estabeleceu-se um indicador geral de volume de resíduo gerado por metro quadrado construído.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização da Obra

A obra em estudo, localizada na Rua São Josafat, no Centro de Campo Mourão, Paraná, é um edifício residencial comercial de 7 pavimentos (Figura 2).

Figura 2 – Edifício Residencial Vicenza em processo construtivo, Campo Mourão – PR.



Fonte: Autoria própria (2019).

Informações quanto ao início e fim do processo construtivo, período de análise no canteiro de obras, fase de execução, número de colaboradores e dados de áreas são apresentados nos Quadros 2 e 3. O período de acompanhamento *in loco* da proposta de gerenciamento dos RCC foi de 7 meses.

Quadro 2 – Dados da obra em estudo.

Nome do edifício	Edifício Residencial Vicenza
Previsão de entrega	4 anos
Tempo de acompanhamento da proposta de gerenciamento <i>in loco</i>	7 meses
Fase de execução da obra durante o estudo	superestrutura e alvenaria
Número de colaboradores no canteiro	9 colaboradores

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 3 – Dados de áreas da obra em estudo.

Quadro de Áreas
Área de Comércio = 159,75 m ²
Área de Residência = 1821,60m ²
Área de Recreação = 243,69 m ²
Área de Comum = 943,00 m ²
Área de Garagens = 596,40 m ²
Área do Térreo = 983,71 m ²
Área do 1º pavimento = 614,98 m ²
Área do 2º pavimento = 436,15 m ²
Área do Terreno = 1000,00 m ²
Taxa de Ocupação = 98,37%
Área Total Construída = 3.779,44 m ²

Fonte: Adaptado planta baixa da obra (2017).

6.2 Identificação e Classificação dos Resíduos Gerados

Durante o período analisado *in loco*, referente a fase de superestrutura e alvenaria, foi identificado a geração dos seguinte tipos de RCC: entulho (caracterizados por materiais a base de cimento, tijolo, areia, brita, solo etc.), papel (provenientes de sacos de cimento, cal e outras embalagens); plástico (sobras de plásticos não contaminados por produtos químicos e embalagens); madeira (madeira aplainada, madeirites e eucalipto); metal (pregos e ferragem de armaduras) e poliestireno (resto de EPS usado nas lajes e de embalagens).

No quadro 4, são apresentados estes resíduos e as suas respectivas classes, conforme ABNT NBR 10.004:2004 e Resolução Conama 307 de 2002 e alterações.

Quadro 4 – Descrição e classificação dos resíduos.

Resíduos	Descrição	Classificação ABNT NBR 10.004:2004	Classificação CONAMA 307/2002 e Alterações
Entulho	Materiais a base de cimento, tijolo, areia, brita, solo etc	II B	A
Papel	Sacos de cimento, cal e outras embalagens	II A	B
Plástico	Sobras de plásticos não contaminados por produtos químicos e embalagens	II B	B
Madeira	Madeira aplainada, madeirites e eucalipto	II A	B
Metal	Pregos e ferragem de armaduras	II B	B
Poliestireno expandido (EPS)	Resto de EPS usado nas lajes e de embalagens	II B	B

Fonte: Autoria própria (2021).

Analisando os resíduos descritos no Quadro 4, é possível observar que de acordo com a classificação ABNT NBR 10.004:2004, todos são considerados resíduos classe II (não perigosos), portanto na fase de superestrutura e alvenaria não houve a geração de resíduos pertencentes a classe I (perigosos).

Dentro da classificação ABNT NBR 10.004:2004 os resíduos classe II, podem ser subdivididos em resíduos classe II A - não inertes (resíduos que podem apresentar propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água) e resíduos classe II B – inertes (resíduos que não possuem constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água). Neste caso, os resíduos pertencentes a classe II A são o papel e a madeira e, os resíduos pertencentes a classe II B são o entulho, metal, plástico e o poliestireno.

Já em relação a classificação CONAMA 307/2002 e alterações, dos resíduos gerados, somente o entulho pertence a classe A, a qual corresponde aos resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. Os demais resíduos correspondem a

classe B, que são os resíduos recicláveis para outros usos, neste caso sendo o papel, plástico, madeira, metal e poliestireno expandido (EPS).

Classificar os resíduos conforme a NBR 10.004/2004 e a Resolução CONAMA 307/2002, permite identificar os possíveis riscos que o material apresenta, bem como as melhores alternativas para a destinação final do mesmo. Esta ferramenta sempre foi importante, pois ela pode ser aplicada tanto por órgãos fiscalizadores quanto por organizações (SOUZA, 2019; BRASIL, 2002).

Além disso, a classificação dos resíduos não só permite conhecer a sua natureza, mas também possibilita uma segregação adequada, atendendo assim a Resolução CONAMA 307/2002, a qual estabelece que os resíduos gerados nas obras devem ser segregados preferencialmente na origem pelo gerador, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitando as classes de resíduos estabelecidas no Art. 3º da mesma Resolução (BRASIL, 2002).

Vale ressaltar que a composição dos resíduos oriundos da construção civil, provenientes dos canteiros de obras é diferente para cada localidade devido ao alcance e disponibilidade das tecnologias disponíveis para construção (PINTO, 1999; JOHN,2000; ÂNGULO, 2000) (OLIVEIRA, 2017).

6.3 Layout para Triagem e Acondicionamento dos RCC

A partir do conhecimento das classes e dos tipos de resíduos gerados na etapa construtiva em análise (superestrutura e alvenaria), do espaço disponível no canteiro de obras e da possibilidade de reaproveitamento de madeiras aplainadas, geradas no próprio local, foi possível definir o layout para a triagem e acondicionamento dos RCC (Figura 3).

Figura 4 – Momento da capacitação dos colaboradores no canteiro de obras.



Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 5 – Conteúdo abordado na capacitação dos funcionários.

Conteúdos	Descrição
O setor da construção civil	Crescimento do setor, economia e postos de trabalho.
Impactos ambientais	Extração de matéria prima, geração de resíduos e deposições irregulares.
Objetivos	Trabalho de conclusão de curso e proposta de gerenciamento.
Tipos de resíduos	Apresentação dos resíduos a serem segregados.
Segregação e acondicionamento	Apresentação de como e onde os resíduos seriam separados, como seriam acondicionados e identificação das baias.
Envolvimento dos colaboradores	Construção das baias, reaproveitamento de materiais e separação dos resíduos.
Convite e dúvidas	Convite para contribuir ao trabalho e respostas às dúvidas dos colaboradores.

Fonte: Autoria própria (2021).

A realização de uma capacitação foi o suficiente, para que todos os colaboradores aceitassem contribuir com a proposta de gerenciamento dos RCC no canteiro de obras.

Após a capacitação, providenciou-se a preparação do canteiro de obras para que fosse possível a triagem, acondicionamento e quantificação dos RCC.

6.5 Preparação do Canteiro de Obras para a Triagem, Acondicionamento e Quantificação dos RCC

A preparação do canteiro de obras iniciou-se com a construção das baias para a triagem e acondicionamento dos RCC, pelos próprios colaboradores, em ambiente coberto, conforme layout apresentado anteriormente (Figura 3).

As dimensões das baias 1, 2 e 3 para a triagem da madeira, papel e plástico, e metal, foram 2,20 m de largura, 3,0 m de comprimento e 1,0 m de altura. Estas baias receberam identificação para facilitar o processo de separação na origem (Figuras 5 e 6).

Figura 5 – Baia 1: acondicionamento das madeiras (a seta vermelha indica a identificação da baia).



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 6 – Baia 2: acondicionamento do papel e plástico (a seta vermelha indica a identificação da baia).



Fonte: Autoria própria (2019).

Da proposta inicial de layout de acondicionamento, o metal demandou alteração de local, tendo em vista o pequeno volume gerado. Sendo então, triados e acondicionados temporariamente em espaço disponível e identificado ao lado da baia 1 (Figuras 7).

Figura 7 – Organização das carrinhas e acondicionamento temporário das ferragens de armaduras (a seta vermelha sinaliza ‘ferros’).



Fonte: Autoria própria (2019).

Os poliestirenos expandidos (EPS) ficaram acondicionados em bags, no térreo, de modo que não atrapalhasse as atividades diárias dos colaboradores no canteiro de obras (Figura 8).

Figura 8 – Armazenamento de EPS em bags.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para o acondicionamento da classe A, foram utilizadas caçambas estacionárias (Figura 9).

Figura 9 – Entulho em caçamba estacionária aguardando a destinação final.



Fonte: Autoria própria (2019)

A segregação refere-se a triagem dos resíduos entre as diferentes classes e, ainda, deve considerar os resíduos que demandam uma separação exclusiva. Esta etapa torna-se indispensável, pois facilita as fases subsequentes, considerando que deve ser realizada diretamente na fonte de geração, evitando assim, a necessidade de uma segregação posterior, provavelmente mais onerosa, o que conseqüentemente possibilita um ganho de tempo no envio dos resíduos aos seus tratamentos e destinação final (SILVA, 2015).

A separação na origem, logo após a sua geração, ao fim de um dia de trabalho ou ao término de um serviço e, preferencialmente, por quem executou o serviço, é possível assegurar a qualidade do resíduo, evitando contaminações e potencializando sua reutilização ou reciclagem, além do que, esta prática contribui para a manutenção da limpeza da obra, evitando materiais e ferramentas espalhadas pelo canteiro de obras (LIMA, 2009).

Como apresentado por Silva (2015), os resíduos classe A devem ser segregados dos demais e os pertencentes à Classe B, recomenda-se que sejam separados pelo tipo de resíduo, tendo em vista a possível necessidade de empresas diferentes responsáveis pelo tratamento e destinação final, como no caso do gesso, que inicialmente era categorizado na Classe C, mas após a publicação da Resolução nº 431 de 2011 do CONAMA, passou a integrar a Classe B. Já os resíduos perigosos da Classe D, em virtude de suas características e por apresentarem significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, conforme Lei nº 12.305 de 2010 e ABNT NBR 10004:2004, devem ser separados dos resíduos não perigosos (Classes A, B e C), a fim de evitar a contaminação e não comprometer os processos de reciclagem e reutilização (SILVA, 2015).

Além disso, a própria Resolução CONAMA 307/2002, prevê que os resíduos gerados sejam segregados no próprio canteiro de obras, conforme o tipo e as classes dos resíduos.

Esta também é uma etapa que pode ser facilmente realizada, pois a geração dos resíduos na obra acontece separadamente, em fases distintas e os mesmos geralmente são coletados e armazenados nos pavimentos temporariamente, possibilitando a adoção de práticas para a limpeza da obra e organização dos materiais (LIMA, 2009).

Neste estudo, foram feitas pilhas de madeiras nos pavimentos próximos aos locais de geração, como uma forma de triagem e armazenamento inicial, facilitando o

reaproveitamento do material, como por exemplo, para a construção de caixarias, que são utilizadas para dar formato às vigas e colunas na construção civil. Também se verificou que o espaço da baía construída para o acondicionamento de madeira era insuficiente, visto o volume gerado. Sempre que atingido um volume considerável, os resíduos de madeira eram transportados dos pavimentos para caçamba, para posteriormente ser realizada a destinação final e reaproveitamento (Figura 10 e 11).

Figura 10 – Pilhas de madeira dispostas no 1º pavimento da obra.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 11 – Local utilizado para a construção das caixarias.



Fonte: Autoria própria (2019).

Como citado por Lima (2009), o acondicionamento final depende do tipo de resíduo, da quantidade gerada e da sua posterior destinação final. Por este motivo, que todas as baias foram construídas e mantidas no térreo, assim como os bags, para facilitar o transporte no momento da destinação final. O fato de se ter apenas dados estimados da geração de RCC por tipologia de material, por diversas vezes implica na necessidade de adaptações e ajustes ao longo do processo de gerenciamento no canteiro de obras. Por exemplo, no presente estudo, houve a necessidade de se fazer pilhas de madeiras e reaproveitamento do espaço da baia para outros fins.

Entre o acondicionamento inicial e final, ocorre o transporte interno dos RCC que geralmente é feito por carrinhos de mão ou giricos, elevadores de carga, guias e guinchos e, inclusive, manual através de sacos, *bags* ou fardos, para o transporte interno (LIMA, 2009).

No presente estudo, os colaboradores utilizaram os elevadores de carga e o carrinho de mão (Figura 12 e 13) para transportar os RCC do ponto de geração até o local de acondicionamento.

Figura 12 – Elevador de carga utilizado no transporte interno dos RCC na obra em estudo.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 13 – Transporte interno do RCC sendo realizado com auxílio do carrinho de mão.



Fonte: Autoria própria (2019).

O transporte externo refere-se a coleta e remoção dos resíduos do canteiro de obras, os quais devem ser controlados por meio de informações contendo dados do gerador, tipo e quantidade de resíduos, dados do transportador e dados do local de destinação final dos RCC. Este transporte deve ser realizado por empresas licenciadas, incluindo a destinação final dos resíduos (LIMA, 2009).

No presente estudo, foi possível constatar com o mestre de obra que para o transporte externo de entulho, madeira e EPS havia contrato com empresas licenciadas.

Em relação a destinação final dos resíduos de papel/papelão, estes foram disponibilizados para os catadores como alternativa de reciclagem. Parte da madeira e metal (pregos e ferragens) foram reaproveitados no próprio canteiro de obras para a construção das caixarias. A madeira também foi disponibilizada a terceiros como fonte de energia. E ainda, segundo o mestre de obra, os pregos e as ferragens, em caso de sobras, também seriam reaproveitados em obras posteriores.

Todas estas etapas referenciadas até o momento são essenciais no processo de gerenciamento dos RCC. No Quadro 6 é apresentada uma síntese de como foi realizada a aplicação destas etapas na obra e quais materiais passaram pelo processo de reaproveitamento durante o período estudado.

Quadro 6 – Segregação, transporte e acondicionamento dos RCCs.

RCCs	Transporte Interno	Acondicionamento	Transporte Externo	Reaproveitamento no canteiro	Destinação Final
Entulho	carrinho de mão	caçamba	empresa licenciada	-	aterro de RCC
Papel e Plástico	carrinho de mão	baia	catadores	-	reciclagem
Madeira	carrinho de mão e/ou elevador	baia e canteiro de obras (lajes)	empresa licenciada	construção de caixarias	reutilização em outras obras ou como fonte de energia
Metal	carrinho de mão	canteiro de obras	reutilização em outras obras	caixarias (pregos) pilares vergas (ferragens)	reutilização
EPS	carrinho de mão	bags	empresa licenciada	-	reciclagem

Fonte: Autoria própria (2021).

6.6 Monitoramento e Quantificação dos RCC

O monitoramento do gerenciamento dos RCC, por meio de visitas ao local e contatos telefônicos com o mestre de obra, possibilitou verificar o andamento das etapas e realizar contribuições durante a aplicação da proposta de gerenciamento, além disso, garantiu a obtenção de dados quantitativos da geração de RCC.

A partir dos dados quantitativos foi possível obter estimativas da geração por tipo de resíduo e por classe em metros cúbicos (volume) e, ainda geral, por metros cúbicos de resíduo por metro quadrado construído durante o período da obra analisado (fase de superestrutura e alvenaria).

No quadro 7, é apresentado uma estimativa da geração dos RCC por tipo e por classe dos resíduos, do início de construção da obra ao último mês da coleta de dados *in loco* (aproximadamente 26 meses).

Quadro 7 – Estimativa da geração de RCC por tipo e classe de resíduo.

Tipos de Resíduos	Volume (m³)	Classe	Volume (m³)
Entulho	60	A	60
Madeira	51	B (reciclagem/ reaproveitamento)	70,6
Poliestireno (EPS)	13		
Papel/papelão e plástico	6,6		
Volume total bruto (m³)			130,6
Volume destinado a aterro de RCC (m³)			60

Fonte: Autoria própria (2021).

Analisando a estimativa de geração por tipo de resíduo, observa-se que o entulho e a madeira foram os resíduos com o maior volume, 60 m³ (45,94%) e 51 m³ (39,05%) respectivamente, e em seguida, estão os EPS com 13 m³ (9,95%), e o papel/papelão mais o plástico com 6,6 m³ (5,05%).

Em relação a estimativa por classe dos resíduos, a classe B (madeira, papel, plástico e EPS) obteve o maior índice de geração, 70,6 m³ (54,06%) e a classe A (entulho) correspondeu a 60 m³ (45,94%) do volume gerado.

No entanto, é importante destacar, que os resíduos gerados pertencentes a classe B (54,06%), conforme apresentado nos Quadros 6 e 7, passam por processos de reciclagem ou por técnicas de reutilização. Portanto, somente 45,94% do volume total de resíduos gerado foi destinado a aterro de RCC.

Em um estudo de caso realizado em duas empresas na cidade de Manaus – AM, houve maior geração de resíduos da classe A (tijolos, concreto, argamassas, solo) e em seguida da classe B (madeira, cerâmicas, gesso, plástico, papel, metais). Os menos gerados foram os resíduos da classe D (perigosos) e não houve geração de resíduos da classe C. Um ponto a ser destacado neste estudo de caso, é que em uma destas empresas a quantidade de madeira gerada foi superior a quantidade de tijolo e concreto, devido a utilização desta para a confecção de fôrmas para moldes de concreto (SILVA *et al.*, 2017).

A utilização da madeira para a confecção de fôrmas, também foi uma técnica adotada pela construtora responsável na obra deste estudo.

Para a definição do indicador geral de geração de RCC, metros cúbicos de resíduo por metro quadrado construído, considerou-se o volume total bruto de resíduo

gerado para obtenção do indicador geral total de geração, o volume destinado ao aterro de RCC (classe A) para obtenção do indicador geral de geração quando considerado a reciclagem e a reutilização, e os dados de áreas disponíveis no Quadro 2.

Como ao final do período analisado a obra iniciava a quarta laje, o valor do metro quadrado construído resultou do somatório das seguintes áreas:

- Térreo = 983,71 m²;
- 1º pavimento = 614,98 m²;
- 2º pavimento = 436,15 m²

Portanto, a área total construída foi de 2.034,84 m², ou aproximadamente, 2.035 m².

Com isso, o indicador geral total de foi de 130,6 m³/2.035 m² construído ou aproximadamente 0,0642 m³/m², e o indicador geral de geração quando considerado a reciclagem e a reutilização da classe B, foi de 60 m³/2.035 m² ou aproximadamente 0,0295 m³/m².

Um estudo realizado em duas obras M (almejava obter a certificação AQUA-HQE) e N (não almejava obter a certificação AQUA-HQE) de construção civil no município de Uberlândia-MG, também analisou o indicador geral de produção de RCC a partir dos seus valores totais de descarte de resíduos e área das obras (Tabela 1).

Tabela 1 – Indicador geral de produção de RCC, valores totais de descarte de resíduos e área das obras

Dados das Obras			
Obras	Volume total de resíduos (m ³)	Área construída das obras (m ²)	m ³ de resíduos/ m ² de área construída
M	996	8.073,25	0,12
N	895	4.023,31	0,22

Fonte: Adaptado de Oliveira (2017).

De acordo com Oliveira (2017), a diferença de produção de resíduos das obras M e N (Tabela 3) pode ter ocorrido devido a técnicas mais eficazes de gestão, como o método construtivo e a redução de geração de RCC, adotadas pela obra M.

A adoção da reciclagem e reutilização dos resíduos pertencentes a classe B neste estudo, também contribui para a redução do indicador de produção de resíduos ao final do período estudado

Ao longo do desenvolvimento do trabalho evidenciou-se que o monitoramento e o acompanhamento da aplicação das etapas do gerenciamento dos resíduos da construção civil, contribui para a redução de perdas, aplicação de alternativas de reciclagem e de reaproveitamento e minimização de impactos.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo elaborar e implementar uma proposta de gerenciamento dos resíduos da construção civil para uma obra residencial comercial em fase de superestrutura e alvenaria, localizada no município de Campo Mourão, Paraná.

Os tipos de resíduos gerados foram: entulho, papel/papelão, plástico, madeira, metal e poliestireno expandido (EPS).

Estes resíduos foram classificados de acordo com a ABNT NBR 10.004:2004 e Resolução Conama 307 de 2002 e alterações e, posteriormente triados e acondicionados considerando as suas características e a disponibilidade de espaço no canteiro.

Através da estimativa de geração por tipo de resíduo, constatou-se que o entulho e a madeira foram os resíduos com o maior volume, 60 m³ (45,94%) e 51 m³ (39,05%) respectivamente e, em seguida, estão os EPS com 13 m³ (9,95%), e o papel/papelão mais o plástico com 6,6 m³ (5,05%).

Quanto a estimativa de geração por classe dos resíduos, a classe B (madeira, papel, plástico e EPS) obteve maior volume de geração, 70,6 m³ (54,06%) e a classe A (entulho) correspondeu a 60 m³ (45,94%) do volume gerado.

Entretanto, os resíduos pertencentes a classe B, passaram por processos de reciclagem ou por técnicas de reutilização, com isso, somente 60 m³, ou seja 45,94% do volume total de resíduos gerado, correspondente à classe A (entulho) foi destinado a aterro de RCC.

Todas as etapas realizadas neste estudo são fundamentais para o correto gerenciamento dos RCC.

A aplicação do gerenciamento dos resíduos da construção civil, incluindo a redução de perdas, alternativas de reciclagem e de reaproveitamento, contribuem para a minimização de impactos e, conseqüentemente, promove a sustentabilidade do setor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10.004. Resíduos sólidos - Classificação. 2004.

BESSA, Sofia Araújo Lima; MELLO, Tiago Augusto Gonçalves; LOURENÇO, Karen Katleen. **ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO GERADOS EM BELO HORIZONTE/MG**. Curitiba: Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, 09 set. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180099>. Acesso em: 17 maio 2021.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente Conama. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília-DF.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama.

BRASIL, Presidência da República, Casa Civil. **Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. **Constituição (1988)**. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.

BRASIL. **Lei nº. 11.445 de 5 de Janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

CBIC. **Câmara Brasileira de Indústria da Construção Civil**. Banco de dados, 2018. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 19 set. 2018.

CARDOSO, Ana Carolina Nyznyk. **Gestão da Qualidade em Obras Públicas: Diretrizes para a Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil no Canteiro de Obras**. 2010. Monografia (Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CAMPO MOURÃO (Município). **Lei nº 3898 de 08 de fevereiro de 2018**. Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Órgão Oficial Eletrônico, Campo Mourão, 09 de fevereiro de 2018. Suplemento 1, p. 13.

CASSALHA, Diego Moreira. **Avaliação de Implantação de PGRCC em Canteiro de Obras de Caxias do Sul**. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL, v.1 n.1, Caxias do Sul, 2015.

DUARTE, Luiz Otávio Borghi. **Manual de Diretrizes Legislativas e Normativas para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil**. 2016. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

FIEB, FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: Redução, Reutilização e Reciclagem**. Projeto Competir. 2013. Disponível em: <http://www.fieb.org.br/bancafiieb/detalhe/gestao-de-residuos-na-construcao-civil-reducao-reutilizacao-e-reciclagem/177>. Acesso: 19 set. 2018.

LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1 st ed. Curitiba: CREA-PR; 2009.

LORDÊLO, Patrícia M.; EVANGELISTA, Patrícia P. A.; FERRAZ, Tatiana G. A. **Programa de Gestão de Resíduos em Canteiros de Obras: Método, Implantação e Resultados**. In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, ELECS, 2007.

OLIVEIRA, Mariana do Prado. **Indicadores de Desempenho Ambiental em Obras de Construção Civil no Município de Uberlândia**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2017.

RODRIGUES, Julyana dos Santos. **Análise Qualitativa e Comparativa dos Planos Municipais de Gestão de Resíduos da Construção Civil**. 2017. 20f Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharel em Engenharia Civil, Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2017.

RODRIGUES, Alex Lopes. **Aproveitamento do RCD (resíduos de tijolo cerâmico) para fabricação de artefatos de concreto**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 01, pp. 137-156 maio de 2019.

SILVA, Luiz Paulo; NETO, José da Costa Marques. **ESTUDO DA TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM OBRAS NOVAS NA CIDADE DE RIBEIRÃO PRETO-SP**. São Carlos: Gestão & Produção, v. 27, n. 4, 19 out. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-530x5236-20>. Acesso em: 17 maio 2021.

SILVA, Roberto Bernardo da; RODRIGUES, Evaldo Cesar Cavalcante; ZAU, Flavia Garcia; TRINDADE, Gabriela Pereira da. **Panorama do projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC) – estudo de caso na construção do centro administrativo do distrito federal (CADF)**. In: IV SINVEP Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. Anais do IV SINGEP – São Paulo – SP – Brasil – 08, 09 e 10 de novembro de 2015.

SILVA, Clarice da Costa. **Gerenciamento De Resíduos Da Construção Civil: Estudo de Caso de um Canteiro de Obras de Condomínio Residencial em Cuiabá.** 2016. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Mato Campus, 2016.

SILVA, Ádria Souza da Silva; SANTOS, Roberta Monique da Silva; VIANA, Álefe Lopes; CARNEIRO, Camilla Jacqueline Medeiros; SILVA, Priscila Thayane de Carvalho; SANTOS, Kayra Jordana Sá dos Santos; LACERDA, Francisco Antônio Siebra; FREITAS, Cinthia Régia dos Santos. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil: Estudo de caso em duas empresas na Cidade de Manaus – AM. 2017.** Revista InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade. Vol.12, nº1, junho de 2017.

SOUZA, Pedro Henrique Rodrigues de, MARQUES, Malana Sarah Pereira, ARAUJO, Maria Cecília Pontes de. **Análise sobre a gestão de resíduos sólidos da construção civil.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 07, pp. 13-35. março de 2019.

TEIXEIRA, Franck Willer dos Santos. **A Importância Da Sustentabilidade Em Obras Públicas.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 11, Vol. 05, pp. 53-67 novembro de 2018.