

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LAÍSE RENOVATO DA SILVA

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UM RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE
CAMPO MOURÃO - PR**

CAMPO MOURÃO

2018

LAÍSE RENOVATO DA SILVA

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UM RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE
CAMPO MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientadora: Prof. Dr.^a Vanessa Medeiros Corneli

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UM RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO - PR

por

Láise Renovato da Silva

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 09h do dia 27 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Civil, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr.^a Fabiana Goia Rosa de Oliveira

(UTFPR)

Prof. Dr.^a Morgana Suszek Gonçalves

(UTFPR)

Prof. Dr.^a. Vanessa Medeiros Corneli

(UTFPR)

Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, por me agraciar com o dom da vida e me conduzir com amor até o presente momento. Por me conceder sua casa sempre que precisei de paz e de refúgio nos momentos difíceis. Sei Deus sempre me quis sorrindo, mesmo quando a cruz foi pesada para carregar.

À minha família, por ser minha base e força para nunca desistir dos meus objetivos. Minha maior fonte de amor e felicidade. Em especial, aos meus pais.

À minha mãe, por sempre incentivar e brigar pela minha educação. Nunca mediu esforços durante todos esses anos para estar presente tanto fisicamente, quanto de coração, me dando força e amor nos momentos que eu mais precisei.

Ao meu pai, por ser inspiração tanto pessoal quanto na escolha da minha profissão. Por sempre torcer pelo meu sucesso, chorar quando eu chorei, estar feliz com a minha felicidade e por apoiar todas as minhas decisões.

Aos meus avós, por estarem sempre pensando no meu bem-estar longe de casa. Agradeço pelos sorrisos quando me veem, por todos os ensinamentos e até mesmo pelo carinho enviado em forma de comida – coisa de avós.

À minha prima Leilane, a amiga que tem o meu sangue e a irmã que a vida me deu. Aquela que cresceu ao meu lado e, desde sempre, dividiu comigo as mesmas memórias e cumplicidade.

Ao Matheus Ravagnani, que foi meu suporte diário durante todos esses anos. Por me conhecer melhor que eu mesma. Sempre paciente e carinhoso, desde os momentos mais felizes, até os de desespero.

Aos amigos Nelson e Raquel, hoje parte da minha família. Gratidão por todos os cuidados e boa companhia, desde o meu primeiro dia em Campo Mourão.

Às minhas amigas Flávia Cardoso, Halana Villar e Thayná Caldini, por compartilharem momentos de descontração e alguns momentos nem tão descontraídos assim. Apoios quando eu mais precisei e fundamentais para que a vida acadêmica passasse de uma maneira mais leve.

À professora Vanessa Medeiros Corneli, inspiração pessoal e profissional. Por aceitar repassar seus conhecimentos enquanto orientadora, sempre com paciência e disposta a contribuir com o seu melhor para o desenvolvimento do meu trabalho.

RESUMO

SILVA, Laíse R. da. **Proposta de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para um residencial no município de Campo Mourão – PR**. 2018. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

Com o crescimento do setor da construção civil, a preocupação dos impactos ambientais gerados por essa atividade e escassez de recursos naturais tem aumentado nos últimos anos. É fundamental a busca por alternativas que minimizem o desperdício de materiais e a consequente geração de resíduos da construção civil. Nesse contexto, como objeto de estudo foi elaborada uma proposta de gerenciamento desses resíduos, utilizando diretrizes para a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) conforme a resolução CONAMA nº 307 de 2002, adequando à realidade de uma obra de um residencial a ser construído na cidade de Campo Mourão – PR. Para alcançar os resultados deste trabalho, foram descritos procedimentos com base na legislação vigente, manuais de gerenciamento de resíduos e também informações fornecidas pela construtora. Através dessas informações foi possível estimar e classificar os possíveis resíduos a serem gerados na obra em estudo, chegando ao resultado de 350,14 m³ para resíduos de classe A, 50,15 m³ para classe B, 1,17 m³ para classe C e 4,26 m³ para classe D. Ainda com base nessas informações, foram planejados os locais de triagem e acondicionamento dos resíduos gerados e elaboradas sugestões para cada etapa. Para o transporte e destinação final, foi realizado um levantamento com serviços para a cidade de Campo Mourão e região. Para que a proposta de gerenciamento seja feita de maneira adequada, é preciso que a equipe responsável pela execução da obra conheça os procedimentos do PGRCC. Dessa forma, foi sugerida uma campanha de conscientização dos trabalhadores da obra, através de palestras apresentando o conteúdo do plano e suas etapas.

Palavras-chave: Construção Civil. Impactos Ambientais. Gerenciamento de Resíduos. Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

ABSTRACT

SILVA, Laíse R. da. **Proposal for the management of waste from civil construction for a residential in the city of Campo Mourão – PR.** 2018. 60 p. Final Dissertation (Graduation) – Bachelor's Degree in Civil Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

With the growth of the construction sector, the concern about the environmental impacts generated by this activity and scarcity of natural resources has increased in recent years. It is fundamental to search for alternatives that minimize waste of materials and the consequent generation of construction waste. In this context, a proposal for the management of these wastes was prepared as a study object, using guidelines for the elaboration of a Construction Waste Management Plan (CWMP) according to the CONAMA resolution no. 307 of 2002, adapting to the reality of a residential construction in the city of Campo Mourão - PR. To achieve the results of this work, procedures were described based on current legislation, waste management manuals and information provided by the company. By means of this information it was possible to estimate and classify the possible residues to be generated in the construction under study, reaching the result of 350,14 m³ for class A waste, 50,15 m³ for class B, 1,17 m³ for class C and 4,26 m³ for class D. Also based on this information, the areas for sorting and stowage were planned and suggestions were made for each step. For transportation and final destination, a survey was carried out with services of the city of Campo Mourão and region. In order for the management proposal to be made properly, the team responsible for the execution must know the CWMP procedures. In this way, a campaign was suggested to raise awareness of the workers through lectures presenting the content of the plan and its stages.

Key words: Civil Construction. Environmental impacts. Waste management. Construction Waste Management Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cadeia da construção civil	17
Figura 2 – Hierarquia da disposição dos resíduos da construção e demolição	17
Figura 3 – Composição percentual dos resíduos da construção civil em São Carlos – SP	28
Figura 4 – Classificação dos resíduos	29
Figura 5 – Acondicionamento de resíduos em um canteiro de obra	32
Figura 6 – Delimitação da área da obra	37
Figura 7 – Croqui do gerenciamento dos resíduos no canteiro	44
Figura 8 - Fluxo de triagem dos resíduos	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos RCC segundo a resolução CONAMA nº 307/2002 ..	21
Quadro 2 – Tipos de resíduos por etapa de uma obra	26
Quadro 3 – Transporte interno por tipo de resíduo	33
Quadro 4 – Tipos de resíduos e suas destinações	34
Quadro 5 – Tipos de resíduos, cuidados e destinações	35
Quadro 6 – Principais resíduos gerados por etapa da obra	41
Quadro 7 – Resumo para acondicionamento inicial e final	48
Quadro 8 – Serviços de transporte para cada classe de resíduo	50
Quadro 9 – Serviços de destinação final dos resíduos	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Massa dos materiais encontrados em São Carlos – SP	27
Tabela 2 – Resultados para caracterização dos resíduos da construção civil em Cascavel – PR	28
Tabela 3 – Quantificação dos resíduos	42
Tabela 4 – Classificação dos resíduos	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 A construção civil e seus impactos ambientais	16
4.2 A geração de resíduos da construção civil.....	18
4.3 Aspectos legais	19
4.3.1 Lei Federal 12.305/2010.....	19
4.3.2 Resolução CONAMA nº 307/2002.....	21
4.3.3 Lei Estadual 12.493/1999.....	23
4.3.4 Lei Municipal nº 3.898/2018.	23
4.4 O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e suas etapas	24
4.4.1 Caracterização	25
4.4.2 Triagem	29
4.4.3 Acondicionamento	30
4.4.3.1 Acondicionamento inicial	30
4.4.3.2 Acondicionamento final	31
4.4.4 Transporte	32
4.4.4.1 Transporte interno	32
4.4.4.2 Transporte externo	34
4.4.5 Destinação	34
5 MATERIAL E MÉTODOS	37
5.1 Caracterização	38
5.2 Triagem e acondicionamento	39
5.3 Transporte e destinação	39
5.4 Conscientização e treinamento da equipe	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41

6.1 Caracterização	41
6.1.1 Quantificação e classificação dos resíduos.....	42
6.2 Triagem	43
6.3 Acondicionamento	46
6.3.1 Acondicionamento inicial	46
6.3.2 Acondicionamento final	47
6.4 Transporte	48
6.4.1 Transporte interno	48
6.4.2 Transporte externo	49
6.5 Destinação	50
6.7 Conscientização e treinamento da equipe	52
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE A	59
ANEXO A	60

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, a construção civil é uma atividade que vem crescendo e se tornando cada vez mais essencial para a sociedade pois além de abrigar, é uma importante fonte de geração de renda e emprego. Todavia, associado ao crescimento urbano está também a geração de impactos ambientais.

Segundo John (2000) a indústria da construção civil consome entre 15% a 50% de todos os recursos extraídos da natureza. Esses recursos são finitos e um gerenciamento inadequado corrobora com desperdícios e perdas de materiais.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2016), 45,1 milhões de toneladas de resíduos de construção foram coletados no ano de 2016, os quais correspondem a aproximadamente 63% dos resíduos urbanos gerados no Brasil.

Outro impasse associado ao crescimento urbano é a falta de locais adequados para a disposição dos Resíduos da Construção Civil (RCC), principalmente nas grandes cidades. Com o rápido crescimento, os espaços disponíveis estão ficando cada vez mais limitados e assim contribuindo para a disposição inadequada de tais resíduos – causando impactos ambientais como a degradação do solo, contaminação da água e ainda contribui com a proliferação de vetores causadores de doenças.

Segundo Pinto (1999) o desconhecimento dos volumes gerados e impactos que os RCC causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento fazem com que os gestores somente tomem conhecimento da gravidade da situação quando veem a ineficácia de suas ações corretivas.

É importante ressaltar a necessidade de buscar alternativas que resultam na melhoria do processo produtivo, que reduza a geração de resíduos e perdas de materiais na atividade da construção civil. Dessa forma, resultará em utilização mais racional dos recursos, redução dos custos dos empreendimentos e custos do gerenciamento de resíduos oriundos das construções (LEITE, 2001).

Um correto gerenciamento dos resíduos de construção civil é fundamental desde a fase de planejamento da obra, possibilitando a prevenção e redução da geração – e a destinação ambientalmente adequada. A Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão desses resíduos.

A fim de exigir que os geradores de RCC sigam com mais rigor as exigências ambientais, a resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece que os grandes geradores elaborem Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). O plano é um documento que deve ser apresentado para que o órgão competente analise de acordo com suas regulamentações e libere o início da construção (CONAMA, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta de gerenciamento de resíduos da construção civil para um residencial localizado na cidade de Campo Mourão – PR.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma proposta de gerenciamento para os resíduos gerados na construção de um residencial localizado na cidade de Campo Mourão – PR.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar características da obra em estudo;
- Identificar, caracterizar e quantificar os possíveis resíduos gerados na obra, nas suas respectivas etapas;
- Pesquisar alternativas de gerenciamento para os resíduos em consonância com a legislação ambiental e a sustentabilidade;
- Propor alternativas de gerenciamento que contemplem as etapas de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final;
- Elaborar proposta de ação de sensibilização e educação ambiental para os colaboradores da obra.

3 JUSTIFICATIVA

No cenário atual, um dos desafios da sociedade em relação aos resíduos sólidos é o gerenciamento e a disposição final nas suas diversas atividades cotidianas: serviços de saúde, residencial, industrial, entre outras (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2013).

Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos de 2016, publicado pela ABRELPE, os números referentes ao montante de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados revelam um total anual de 71,3 milhões de toneladas no país. Aproximadamente 41 milhões desses resíduos tem destinação inadequada, lançados em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2016).

A construção civil é uma das atividades com evidência na geração de resíduos. Como consequência, também é responsável pelos impactos ambientais causados pelo gerenciamento inadequado dos resíduos provenientes das obras. Desperdiçar materiais, seja na forma de resíduo (mais comumente denominado entulho de construção) ou sob outra natureza, significa desperdiçar recursos naturais (SOUZA et al, 2004).

Com o intuito de minimizar os impactos ambientais associados aos resíduos da construção civil (RCC) algumas normativas foram criadas, como a Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. A resolução prevê a necessidade da elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

A elaboração de um PGRCC é importante porque oportuniza planejar o gerenciamento dos resíduos de uma maneira ambientalmente adequada, visando a não geração, reutilização e reciclagem prioritariamente.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como abordagem as etapas de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil para a obra de um residencial, a ser construído na cidade de Campo Mourão – PR.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A construção civil e seus impactos ambientais

O conjunto de processos que se inserem na indústria da construção civil colabora com consideráveis impactos ambientais como, por exemplo, a deposição ambientalmente inadequada dos resíduos, que conseqüentemente poluem o solo, causa a degradação da paisagem e ainda se torna nicho de vetores de doenças como, por exemplo, ratos e bactérias (SCHNEIDER, 2003).

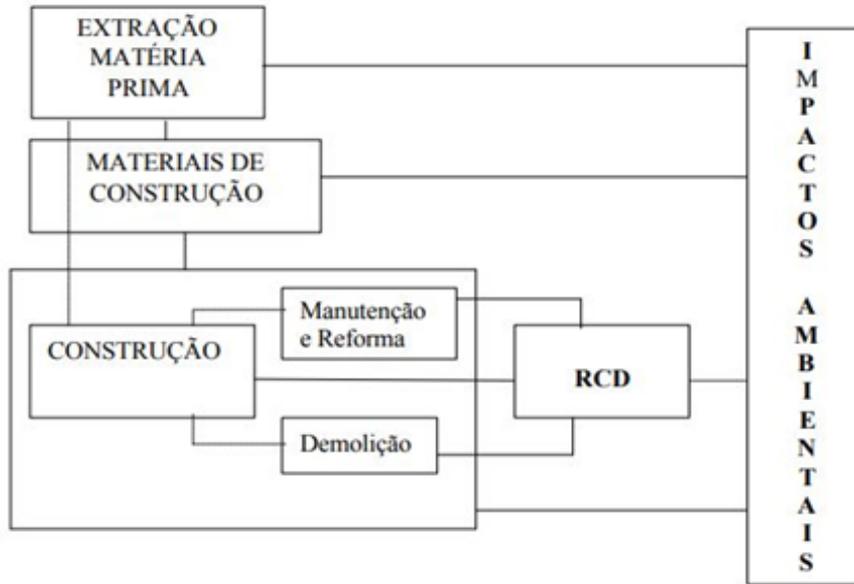
Problemas como obstrução do sistema de drenagem urbana; contaminação de águas subterrâneas (através da infiltração de metais pesados no solo); proliferação de insetos e roedores; tudo isso é intensificado pela destinação inadequada de resíduos oriundos da construção civil (BLUMENSCHNEIN, 2007).

Impacto ambiental é definido como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas” (CONAMA, 1986). Podendo afetar, por exemplo, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; bem como a qualidade dos recursos ambientais.

É importante ressaltar que, as deposições descontroladas de resíduos da construção civil causam uma atração para o lançamento clandestino de outros tipos de resíduos, como os de origem doméstica e industrial, acelerando a degradação do meio ambiente e tornando ainda mais complexa e encarecendo a possibilidade de sua recuperação futura (PINTO; GONZÁLEZ, 2005).

Os impactos podem ser provocados não só pela extração de matérias primas naturais e pela indústria de materiais de construção, mas também através da construção, manutenção, reforma e demolição (Figura 1) - originando uma significativa quantidade de resíduos urbanos igualmente responsáveis por impactos ambientais e sanitários (SCHNEIDER, 2003).

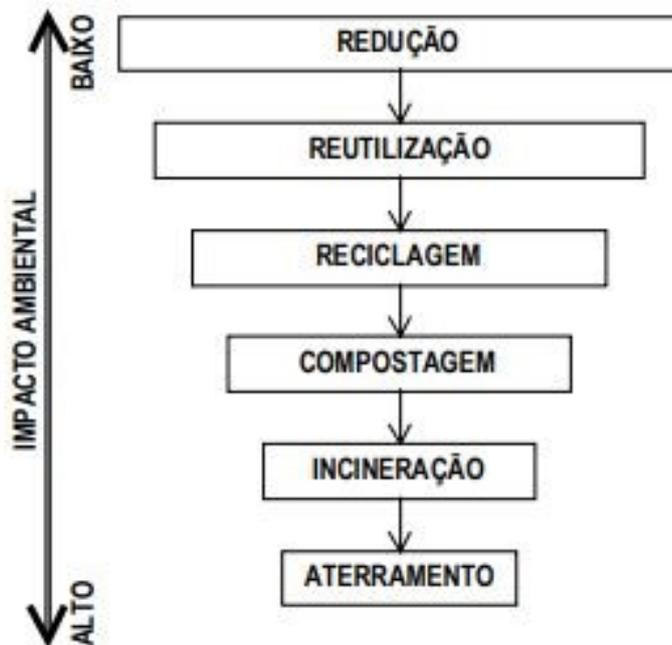
Figura 1 – Cadeia da construção civil



Fonte: Schneider (2003).

Peng et al¹. (1997 apud LEITE, 2001) apresentam uma hierarquia em relação à forma de destinação adotada para os resíduos e os impactos ambientais associados (Figura 2).

Figura 2 – Hierarquia da disposição dos resíduos da construção e demolição



Fonte: Peng et al. apud LEITE (2001).

¹ PENG, Chun-Li; SCORPIO, D. E.; KIBERT, C. J. Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations. **Construction Management and Economics**, n.15, p.49-58, 1997.

Como melhor alternativa apresentada está a redução da geração de resíduos, pois o impacto ambiental se tornaria baixo, e se reduziria os custos com a destinação. A reutilização, pelo fato de apresentar baixo consumo de energia e processamento para o manejo dos resíduos, também é uma opção vantajosa. Seguido da reciclagem, a qual representa a transformação de resíduos em novos produtos. No plano inferior está a compostagem, a qual transforma resíduos orgânicos em húmus para fertilização do solo. Em seguida vem a incineração, e o aterramento dos resíduos (LEITE, 2001).

Blumenschein (2004), afirma que o impacto ambiental da construção civil ocorre ao longo de todo ciclo produtivo. Ao considerar um edifício como o produto final, ao longo de todo seu ciclo de vida ele causará impactos ao meio ambiente. Seu processo de produção gera impacto e condiciona a ambiência tanto pelo processo como pelo produto. Ao longo de toda esta cadeia, recursos naturais são explorados e utilizados, energia é consumida e resíduos são gerados.

Com base nessa premissa, para Galbiati (2005), a sustentabilidade se estabelece a partir de modelos e sistemas integrados, que possibilitem tanto a redução dos resíduos gerados, como a reutilização de materiais descartados e a reciclagem dos materiais que possam servir de matéria prima para a indústria, diminuindo o desperdício e gerando renda.

4.2 A geração de resíduos da construção civil

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define resíduos sólidos como descarte de materiais (substâncias, objetos) proveniente de atividade humanas, em que inviabiliza a destinação final em rede pública de esgotos ou em corpos hídricos, ou ainda que exijam tecnologias mais desenvolvidas que solucionem técnica e economicamente essa problemática (BRASIL, 2010).

Segundo dados da ABRELPE (2016), no Brasil são geradas 214.405 toneladas de resíduos sólidos urbanos diariamente. A prática da disposição final ambientalmente inadequada de RSU ocorre em diversas regiões e estados brasileiros, sendo que 3.331 municípios ainda fazem uso desses locais impróprios.

Resíduos da construção civil (RCC) – comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha – são aqueles provenientes de preparação e escavação de terrenos, construções, reformas, reparos e demolições de obras. São exemplos de

resíduos os tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, argamassas, madeiras, vidros, pavimentos asfálticos, tintas, entre outros (CONAMA, 2002).

De uma maneira simplificada, segundo Leite (2001), resíduos da construção civil podem ser definidos como aqueles que são provenientes de construções, reparos, reformas, demolições de estruturas e estradas. De acordo com Pinto (1999), esses resíduos compõem 41 a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos em algumas cidades brasileiras.

Na geração de RCC tem-se também, em sua maioria, as perdas de materiais de construção nas obras através do desperdício durante o seu processo de execução, bem como pelos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento (LIMA; LIMA, 2009).

Fatores como atrasos, altos custos e desperdícios são, entre outros, resultantes da comunicação falha entre os envolvidos no processo produtivo. Faz-se necessário que as etapas de recebimento, armazenamento e aplicação dos materiais estejam em conformidade com o planejado, pois a falta de qualidade no processo construtivo contribui com a geração de resíduos (BLUMENSCHNEIN, 2007).

Segundo o Sinduscon-SP (2015), a fim de implantar uma correta gestão nos canteiros de obras no Brasil as empresas construtoras têm realizado treinamentos de capacitação e, a partir de tal iniciativa perceberam que os conceitos da redução da geração, da correta segregação e da destinação ambientalmente adequada trazem inúmeras vantagens para as obras. Dentre elas a redução de desperdícios, que leva à diminuição de custos para a empresa, assim como melhorias na limpeza e na organização do canteiro.

4.3 Aspectos legais

4.3.1 Lei Federal 12.305/2010

A Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. É constituída de um conjunto de diretrizes voltadas à gestão integrada dos resíduos sólidos e seu gerenciamento ambientalmente adequado.

Disposto em seu artigo 9º, deve-se observar a seguinte prioridade na gestão e no gerenciamento dos resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem,

tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente correta dos rejeitos (BRASIL, 2010).

No que se refere à classificação, para os efeitos da Lei 12.305 de 2010, os resíduos sólidos são classificados de duas maneiras: quanto à origem, os quais estão inseridos os resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes e resíduos de mineração; e quanto à periculosidade, que podem ser os resíduos perigosos e não perigosos (BRASIL, 2010).

Segundo a Lei 12.305 de 2010, estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

- Os geradores de resíduos sólidos dos serviços públicos de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, de mineração,
- Os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviço que geram resíduos perigosos ou, ainda que gerem resíduos caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares comuns pelo poder público municipal;
- As empresas de construção civil, de acordo com os termos do regulamento ou as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama (Sistema Nacional do Meio Ambiente);
- Os responsáveis pelos terminais e outras instalações como resíduos de serviços de transportes, originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
- Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, caso seja exigido pelo órgão competente (BRASIL, 2010).

Deve conter no plano de gerenciamento de resíduos sólidos o seguinte conteúdo mínimo: descrição do empreendimento ou atividade; diagnóstico dos resíduos gerados ou administrados (origem, volume, caracterização); responsáveis por cada etapa do gerenciamento, descrição dos procedimentos referentes às etapas de gerenciamento; soluções compartilhadas com outros geradores; ações preventivas e corretivas, bem como metas e procedimentos relacionados à redução da geração

de resíduos sólidos; ações relativas à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos; medidas saneadoras e ainda, periodicidade da revisão do plano (BRASIL, 2010).

4.3.2 Resolução CONAMA nº 307/2002

A resolução 307 elaborada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (CONAMA, 2002).

Quanto à definição dos resíduos da construção civil, segundo a CONAMA (2002), são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras e os resultantes das movimentações nos terrenos.

Em 2004 a resolução passou por uma alteração, na qual incluiu o amianto na classe de resíduos perigosos (classe D). Em 2011 a alteração estabeleceu uma nova classificação para o gesso (classe B). Já em 2015, foi realizada a reclassificação dos resíduos de tintas (CONAMA, 2002).

No quadro 1 é apresentada a classificação dos resíduos da construção civil (RCC) conforme previsto na Resolução CONAMA nº 307 de 2002.

Quadro 1 – Classificação dos RCC segundo a resolução CONAMA nº 307/2002

Classes	Definição	Exemplos
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; Construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; Processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
Classe C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	Lã de vidro, lixas, plásticos reforçados com fibras, neoprene ² .
Classe D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solventes, óleos, resíduos contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas; Instalações industriais e outros, telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: CONAMA (2002).

Como instrumento de gestão dos resíduos, o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil deve ser elaborado pelos municípios e deve constituído por diretrizes e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores³ (conforme critérios do sistema de limpeza urbana local) e para os Planos de Gerenciamento da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores⁴.

² SINDUSCON-SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: avanços institucionais e melhorias técnicas**, p. 25. 2015.

³ Empreendimentos de obra com área construída de 70 até 600m² ou de área de demolição inferior a 100m² (CURITIBA, 2004).

⁴ Os geradores com empreendimentos de obra que excedam 600m² de obra construída e 100m² de área de demolição são considerados grandes geradores e devem elaborar o PGRCC (CURITIBA, 2004).

Para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil, a partir da Resolução CONAMA nº 448 de 2012 é estabelecido o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) aos grandes geradores. O plano tem como objetivo principal, estabelecer os procedimentos necessários para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos (CONAMA, 2012).

4.3.3 Lei Estadual 12.493/1999

A Lei estadual 12.493, de 22 de janeiro de 1999, estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, a fim de controlar a poluição, contaminação e a redução de seus impactos ambientais (PARANÁ, 1999).

Como consta no artigo 2º da lei, resíduos sólidos são definidos como qualquer matéria ou substância que resulte de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição e de outras atividades humanas, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental (PARANÁ, 1999).

Em relação aos princípios referentes às atividades de geração, segundo o artigo 3º inciso III, os resíduos sólidos gerados no estado do Paraná, devem ser minimizados através de medidas de baixa geração de resíduos e da reutilização e/ou reciclagem, dando-se prioridade à reutilização e/ou reciclagem, exceto nos casos em que não exista tecnologia viável (PARANÁ, 1999).

4.3.4 Lei Municipal nº 3.898/2018.

A Lei Municipal 3898, de 08 de novembro de 2018, institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIS), que contém diretrizes destinadas a formular, aprovar, implantar, promover, executar e avaliar a gestão dos resíduos sólidos no município de Campo Mourão - PR.

Como definição, os resíduos de construção civil são aqueles oriundos de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, assim como resultantes da preparação e escavação de terrenos. São exemplos desses resíduos: tijolos, blocos cerâmicos, solos, metais, vidros, plásticos, argamassa, gesso,

entre outros. Os resíduos devem ser classificados conforme o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), sendo as classes A, B, C e D (CAMPO MOURÃO, 2018).

Quanto às responsabilidades, os geradores são os responsáveis pelas atividades de geração dos resíduos da construção civil e também por aqueles resultantes da remoção de vegetação e solos. São considerados geradores de resíduos da construção civil, para dos efeitos da lei:

- I - o proprietário do imóvel e/ou do empreendimento;
- II - o ocupante, o locatário e/ou o síndico do imóvel;
- III - o construtor ou empresa construtora, bem como qualquer pessoa que tenha poder de decisão na construção ou reforma;
- IV - as empresas e/ou pessoas que prestem serviços de coleta, transporte e/ou disposição de resíduos da construção civil;
- V - o responsável legal do proprietário do imóvel ou responsável técnico da obra;
- VI - o motorista e/ou o proprietário do veículo transportador;
- VII - o dirigente legal da empresa transportadora;
- VIII - os receptores dos resíduos (CAMPO MOURÃO, 2018).

Os grandes geradores, segundo disposto na lei, devem elaborar e implementar os Planos de Gerenciamento da Construção Civil, na qual tem como objetivo estabelecer procedimentos necessários para o manejo e destinação adequados para os resíduos. Os planos devem contemplar as seguintes etapas:

- I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas nas normas do SISNAMA;
- III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na presente lei e demais normas do SISNAMA (CAMPO MOURÃO, 2018).

4.4 O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e suas etapas

A elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), segundo a resolução CONAMA nº 307/2002, é de responsabilidade dos grandes geradores tem como objetivo estabelecer os procedimentos para gestão dos

resíduos. Os planos deverão contemplar as seguintes etapas: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação (CONAMA, 2002).

O PGRCC é constituído por ações a serem implementadas para minimizar a geração de resíduos na fonte, adequar a segregação na origem, controlar e reduzir riscos ao meio ambiente, através do manejo adequado desde o planejamento a disposição final dos resíduos a serem produzidos durante todo o processo construtivo (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2013).

Antes mesmo do início das etapas constituintes do PGRCC, ainda na fase de concepção dos empreendimentos, é importante que sejam levados em consideração a compatibilização com a legislação urbana local de uso e ocupação do solo e possíveis restrições relativas à proteção ambiental (SINDUSCON-SP, 2015).

É importante que o projeto arquitetônico seja elaborado levando em conta alguns cuidados com a modulação, sistema construtivo a ser adotado, com o tipo dos materiais a serem empregados e com a compatibilização entre os projetos complementares, sempre na busca da não geração de resíduos. Outra preocupação fundamental é com o aperfeiçoamento do detalhamento dos projetos, para que não corra o risco de haver perdas por quantitativos inexatos (LIMA; LIMA, 2009).

4.4.1 Caracterização

Segundo Lima (2009), nessa fase é importante a identificação e quantificação dos resíduos, visando a redução, reutilização, reciclagem e destinação final. Essa atividade é fundamental para que o reaproveitamento dos RCC aconteça, havendo um incentivo aos geradores para que repensem sobre maneiras mais viáveis de reutilizar e reciclar os resíduos.

Na sequência são apresentados alguns tipos de resíduos que podem ser gerados em diferentes etapas de uma obra (Quadro 2).

Quadro 2 – Tipos de resíduos por etapa de uma obra

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS
LIMPEZA DO TERRENO	SOLOS
	ROCHAS, VEGETAÇÃO, GALHOS
MONTAGEM DO CANTEIRO	BLOCOS CERÂMICOS, CONCRETO (AREIA; BRITA)
	MADEIRAS
FUNDAÇÕES	SOLOS
	ROCHAS
SUPERESTRUTURA	CONCRETO (AREIA; BRITA)
	MADEIRA
	SUCATA DE FERRO, FÔRMAS PLÁSTICAS
ALVENARIA	BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS DE CONCRETO, ARGAMASSA
	PAPEL, PLÁSTICO
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS	BLOCOS CERÂMICOS
	PVC
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	BLOCOS CERÂMICOS
	CONDUITES, MANGUEIRA, FIO DE COBRE
REBOCO INTERNO/EXTERNO	ARGAMASSA
REVESTIMENTOS	PISOS E AZULEJOS CERÂMICOS
	PISO LÂMINADO DE MADEIRA, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO
FORRO DE GESSO	PLACAS DE GESSO ACARTONADO
PINTURAS	TINTAS, SELADORAS, VERNIZES, TEXTURAS
COBERTURAS	MADEIRAS
	CACOS DE TELHAS DE FIBROCIMENTO

Fonte: Lima e Lima (2009).

A composição dos resíduos da construção civil, segundo Marques Neto (2003), constitui uma das etapas mais importantes do diagnóstico da situação desses resíduos. A partir dos tipos de materiais e suas respectivas porcentagens é possível traçar estratégias para a minimização de perdas e ainda para reciclagem dos resíduos.

A determinação da composição dos resíduos da construção civil gerados, segundo Pinto (1999), pode ser fundamentada a partir de três bases de informação: das estimativas de área construída (serviços executados e perdas efetivadas), da movimentação de cargas por coletores e do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCC. Porém, a última apresenta dificuldades devido aos diversos locais de destinação em pontos urbanos e impossibilidade de acompanhamento das descargas em cada um desses pontos, por um longo período de tempo.

Em um estudo feito na cidade de São Carlos – SP, foi realizado um diagnóstico da situação dos resíduos oriundos de construção e para isso utilizou-se uma caracterização quantitativa como análise da geração desses resíduos. Na sequência são apresentados os materiais e as respectivas massas (kg) – caracterizados no aterro Cidade Aracy – referente à três caçambas com capacidade volumétrica de 5m³ cada uma, provenientes de diferentes locais na cidade São Carlos – SP (Tabela 1).

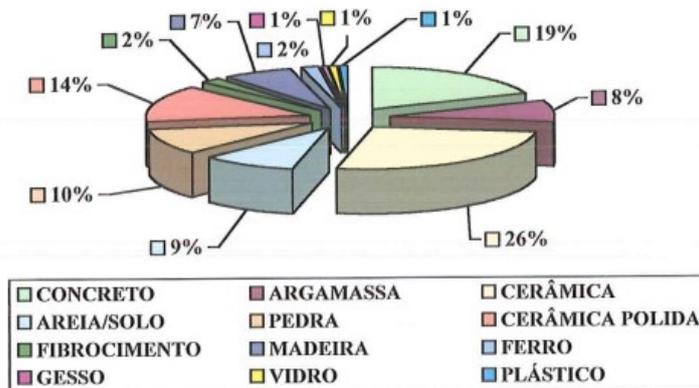
Tabela 1 – Massa dos materiais encontrados em São Carlos – SP

Materiais	Massas dos materiais no aterro Cidade Aracy (kg)			
	Caçamba 1	Caçamba 2	Caçamba 3	Total
Concreto	20,00	10,50	-	30,50
Argamassa	3,00	1,10	8,80	12,90
Cerâmica	7,50	19,50	15,50	42,50
Areia/Solo	11,20	4,00	-	15,20
Pedra	14,00	2,00	-	16,00
Cerâmica polida	1,50	2,00	19,00	22,50
Fibrocimento	1,10	2,00	-	3,10
Madeira	2,00	4,50	4,80	11,30
Ferro	-	1,10	1,50	2,60
Gesso	1,10	-	-	1,10
Vidro	-	1,00	-	1,00
Plástico	1,50	-	-	1,50
Total	62,90	47,70	49,60	160,20

Fonte: Marques Neto (2003).

A partir dos dados da tabela 1, Marques Neto (2003) determinou a composição dos resíduos da construção civil para a o município de São Carlos – SP. Na figura 3 são apresentados os percentuais dos materiais encontrados, na qual destacam-se os resíduos de materiais cerâmicos e concreto, os quais foram encontrados em maior quantidade.

Figura 3 – Composição percentual dos resíduos da construção civil em São Carlos – SP



Fonte: Marques Neto (2003).

Para Kochem, Dutra e Possan (2017) existe uma necessidade de que estudos busquem diagnosticar a geração e a caracterização de resíduos gerados nos municípios brasileiros, pois dessa forma os resultados podem ser utilizados como ferramenta para o planejamento a médio e longo prazo do gerenciamento desses resíduos.

Em estudo na cidade de Cascavel – PR, foram coletadas amostras em um aterro de resíduos sólidos do município. A partir dessas amostras, foram obtidos resultados (Tabela 2) para a caracterização e classificação dos resíduos da construção civil, destacando-se que os resíduos de maior quantidade encontrados foram de argamassa, seguidos de material cerâmico e concreto (KOCHEM, DUTRA; POSSAN, 2017).

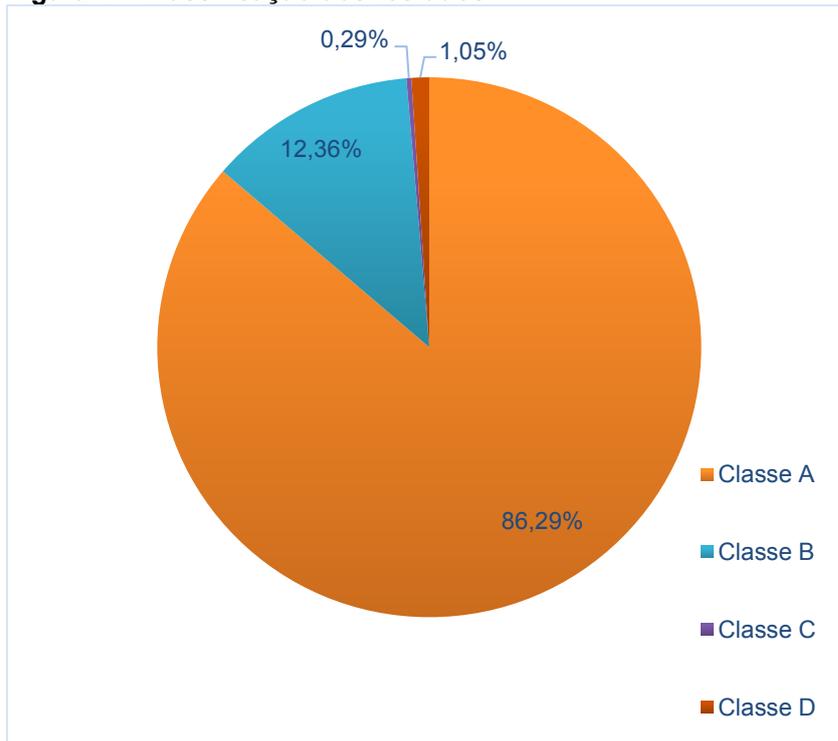
Tabela 2 – Resultados para caracterização dos resíduos da construção civil em Cascavel – PR

Classe	Tipologia	Peso (kg)	% Amostra*	% Classe
A	Argamassa	54,58	36,55	86,27
	Concreto	24,6	16,47	
	Material cerâmico	49,66	33,25	
B	Madeira	8,39	5,61	12,34
	Metal	3,58	2,39	
	Plástico	2,24	1,50	
	Papel	4,25	2,84	
	Vidro	0	0	
	Gesso	0	0	
	C	Telhas termoacústicas B contaminado com A Plásticos rígidos	1,57	
D	Material contaminado com tinta/solvente EPIs contaminados Telhas de amianto	0,44	0,29	0,29
TOTAL		149,31	100%	100%

Fonte: Kochem, Dutra e Possan. (2017)

As porcentagens dos materiais encontrados (tabela 2), de acordo com cada classe, estão demonstradas na figura 4. Em relação às classes, os resíduos de Classe A representam o maior percentual, seguida da Classe B, Classe C e Classe D. Dessa forma, os materiais passíveis de reaproveitamento e reciclagem (Classes A e B) são gerados em maior quantidade (KOCHEM; DUTRA; POSSAN, 2017).

Figura 4 – Classificação dos resíduos



Fonte: Adaptado Kochem, Dutra e Possan (2017).

Quando se trata de demolições, de acordo com o SINDUSCON-SP (2015), é importante distinguir os resíduos que podem ser reutilizáveis, com algum potencial para venda ou doação. A estimativa desses resíduos de demolição deve ser feita qualitativamente (classes e tipos de resíduos) através de trabalho em campo. Já para os resíduos de novas construções, devem ser considerados indicadores que relacionem a geração em volume (L ou m³) com a área a ser construída (m²).

4.4.2 Triagem

A segregação dos materiais, deve ser realizada nos locais de origem dos resíduos, logo que foram gerados. Dessa forma, devem ser feitas pilhas próximas a

esses locais e que serão transportadas posteriormente para seu acondicionamento. Essa prática coopera com a manutenção da limpeza da obra, evitando que os materiais e ferramentas fiquem desorganizados pelo canteiro - o que pode gerar a contaminação entre os resíduos, aumento de possibilidades de acidentes do trabalho, além do desperdício de materiais e ferramentas (LIMA; LIMA, 2009).

Esta é uma importante etapa para o processo de gerenciamento dos resíduos da construção civil pois quando bem executada, permite um máximo aproveitamento de reciclagem – considerando que estes sejam encaminhados para usinas de reciclagem e, quando contaminados, ocorre a redução da qualidade desses materiais. Então, é fundamental que a separação dos diversos tipos de resíduos produzidos seja realizada por uma mão-de-obra previamente treinada, segregando os materiais ainda no canteiro de obras e logo após ela seja gerada (CABRAL; MOREIRA, 2011).

A área destinada ao recebimento dos resíduos para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, é chamada de Área de Transbordo e Triagem (ATT). Devem ser observadas normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde e segurança, minimizando os impactos ambientais (CONAMA, 2012).

Para que essa tarefa seja realizada com sucesso, os profissionais devem ser treinados e conhecer bem o tipo de classificação do material a ser separado. Bem como a sinalização dos locais de armazenamento de cada resíduo deve ser clara e de fácil visualização (LIMA, LIMA, 2009).

4.4.3 Acondicionamento

O gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até que possam ser transportados garantindo, em todos os casos em que seja possível, as devidas condições de reutilização e de reciclagem (CONAMA, 2002).

4.4.3.1 Acondicionamento inicial

Após o término da tarefa ou do dia de serviço e posterior à etapa de triagem, os resíduos devem ser acondicionados em recipientes posicionados de maneira estratégica até atingirem volumes que justifiquem seu transporte interno para o

depósito final de onde sairão para a reutilização, reciclagem ou destinação definitiva (LIMA; LIMA, 2009).

Entre os dispositivos de armazenamento utilizados estão:

- Bombonas: recipiente plástico com capacidade de 50, 100 ou 200 litros, com tampa superior removível (utilizá-los como ou sem tampa);
- Sacos de rafia: sacos para revestir internamente bombonas, compatíveis com o tamanho das respectivas bombonas;
- Big Bag: recipiente com dimensões aproximadas de 0,90 x 0,90 x 1,20 metros, sem válvula de escape (fechado em sua parte inferior), dotado de saia e fita para fechamento, com quatro alças que permitam sua colocação em suporte para mantê-lo completamente aberto enquanto não estiver cheio. Enquanto estiver aberto para receber resíduos, deve permanecer apoiado em suporte metálico ou em madeira, com dimensões compatíveis e ganchos para sustentação das alças (SINDUSCON-SP, 2015);

Para facilitar a limpeza e organização dos ambientes da obra e, também, a triagem dos resíduos nos locais de geração (frentes de serviço), é fundamental a distribuição e sinalização dos dispositivos móveis para acondicionamento inicial (SINDUSCON-SP, 2015).

4.4.3.2 Acondicionamento final

Para formação das cargas e realização das coletas para destinação diferenciada e adequada dos resíduos, dispositivos fixos ou móveis para acondicionamento final devem ser dispostos. É necessário que haja uma compatibilização com a intensidade da geração, disponibilidade de espaços internos para acondicionamento e características físicas das cargas (SINDUSCON-SP, 2015).

Para o acondicionamento final, os seguintes dispositivos são sugeridos:

- Baia: recipiente confeccionado em chapas ou placas, em madeira, metal ou tela, nas dimensões convenientes ao armazenamento de cada tipo de resíduo;
- Abrigos: área coberta, limitada lateralmente para conter big bags contendo resíduos classe B (papel ou plástico), apoiados em estrutura ou soltos (fechado); resíduos não recicláveis (rejeitos ou resíduos classe C) e, no caso dos resíduos perigosos, com portinhola, fechamento com tela (aramada ou plástica), com bombonas tampadas no interior, piso cimentado e contenção (caixa de areia para absorção de resíduos líquidos derramados);
- Caçamba estacionária: recipiente confeccionado com chapas metálicas reforçadas e com capacidade para armazenagem entre 4 e 5 m³. A fabricação deste dispositivo deve atender às normas ABNT;

- Caçambas basculantes: acopladas em caminhões demandam uso de pás mecânicas para elevar cargas e fazer o carregamento dos respectivos veículos;
- Caixa roll on/roll off: caixa estacionária de grande capacidade volumétrica (comumente entre 25 e 40 m³), com portas metálicas para abertura e dispositivo para içamento por caminhão compatível (SINDUSCON-SP, 2015).

O acondicionamento deve ser realizado o mais próximo possível dos locais de geração dos resíduos, sempre levando em consideração o volume gerado e a boa organização do canteiro (LIMA; LIMA, 2009). Na figura 5 está representada a área de acondicionamento para um canteiro de obra.

Figura 5 – Acondicionamento de resíduos em um canteiro de obra



Fonte: I&T (2018).

4.4.4 Transporte

Segundo a resolução CONAMA nº 307/2002, o transporte dos resíduos deve ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes (CONAMA, 2002).

4.4.4.1 Transporte interno

Para Lima e Lima (2009) o transporte interno dos resíduos de construção civil deve acontecer entre o acondicionamento inicial e final. De maneira geral, de acordo

com o Cabral e Moreira (2011) para o deslocamento horizontal dos resíduos são utilizados carrinhos-de-mão e giricas; e o deslocamento vertical utiliza-se tubos condutores de entulho.

No transporte interno dos resíduos, deve ser levado em consideração o uso de equipamentos que facilitem a vida do trabalhador. Ao final de um serviço, os resíduos devem ser transportados até a área de armazenamento final (BLUMENSCHNEIN, 2007).

Na sequência, são apresentadas recomendações de transporte interno para alguns tipos de resíduos (Quadro 3).

Quadro 3 – Transporte interno por tipo de resíduo

Tipo de resíduos	Transporte interno
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Carrinhos ou giricas para o deslocamento horizontal e condutor de entulho, elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Madeira.	Grandes volumes: transporte manual em fardos, com o auxílio de giricas e carrinhos, associados a elevador de carga ou grua. Pequenos volumes: deslocamento horizontal manual, dentro de sacos, e vertical com auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Plástico, papelão, papéis, metais, serragem, EPS.	Transporte dos resíduos contidos em sacos, bags ou em fardos, com o auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos.	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Solos.	Equipamentos disponíveis para escavações e transporte (pá-carregadeira, bobcat). Para pequenos volumes, utilizar carrinhos e giricas.

Fonte: Pinto et al. (2005).

4.4.4.2 Transporte externo

Segundo Lima e Lima (2009), a coleta e remoção dos resíduos de uma obra devem ser controlados pelo próprio gerador, contendo uma ficha preenchida com seus dados, tipos e quantidade de resíduos, dados do transportador e dados do local de destinação final dos resíduos.

Ao contratar os serviços de coleta e transporte de RCC, informações cadastrais das empresas especializadas devem ser requisitadas, como por exemplo: contrato social, cartão do CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas), registro na ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres), endereço, telefone, contato e referências. Também deve-se obter informações relativas à capacidade operacional como, quantidade de veículos por tipo, dispositivos para coleta dos resíduos e oferta de soluções próprias para a destinação final (SINDUSCON-SP, 2015).

Os principais tipos de veículos utilizados para a remoção dos RCC são caminhões com equipamento poliguindaste ou caminhões com caçamba basculante que deverão sempre ser cobertos com lona, para evitar o derramamento em vias públicas (LIMA; LIMA, 2009).

4.4.5 Destinação

“As soluções para a destinação dos resíduos devem combinar compromisso ambiental e viabilidade econômica, garantindo a sustentabilidade e as condições para a reprodução da metodologia pelos construtores” (PINTO et al., 2005).

Na sequência são apresentadas as formas de destinação previstas na Resolução CONAMA nº 307 de 2002 para os RCC em função de cada classe (Quadro 4).

Quadro 4 – Tipos de resíduos e suas destinações

Tipo de Resíduo	Destinação
Classe A	Deverão ser reutilizados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros.

Classe B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C e D	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: CONAMA (2002).

No quadro 5, são apresentadas algumas possibilidades associadas a materiais específicos de resíduos de RCC e destinação.

Quadro 5 – Tipos de resíduos, cuidados e destinações

Tipos de Resíduo	Cuidados Requeridos	Destinação
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, tijolos e assemelhados.	Privilegiar soluções de destinação que envolvam a reciclagem de resíduos, de modo a permitir o seu aproveitamento como agregado.	Áreas de Transbordo e Triagem, áreas para Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil licenciadas pelos órgãos competentes; os resíduos classificados como classe A (blocos, telhas, argamassa e concreto em geral) podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira.	Para uso em caldeira, garantir separação da serragem dos demais resíduos de madeira.	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem destes resíduos, a reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações, etc).	Máximo aproveitamento dos materiais contidos e a limpeza da embalagem.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papeis (escritório).	Proteger de intempéries.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.

Metal (ferro, aço, fiação revestida, arame, etc).	Não há.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Serragem.	Ensacar e proteger de intempéries.	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, produção de briquetes (geração de energia) ou outros usos.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos.	Proteger de intempéries.	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
Solos.	Proteger de intempéries.	É possível o aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.
Telas de fachadas e de proteção.	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação.	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes.
Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis e outros materiais auxiliares como panos, estopas.	Maximizar a utilização dos materiais para a redução dos resíduos a descartar.	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Pinto et al. (2005).

Para a destinação dos resíduos, conforme Pinto et al. (2005), a escolha das soluções é feita levando em consideração os seguintes fatores: a possibilidade de reutilização ou reciclagem dos resíduos nos próprios canteiros, a proximidade dos destinatários minimizando os custos com deslocamentos e conveniência do uso de áreas especializadas para a concentração de pequenos volumes de resíduos mais problemáticos, visando à maior eficiência na destinação.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Para a apresentação da proposta do PGRCC, utilizou-se como referência os conteúdos previstos na resolução CONAMA nº 307 de 2002.

Como objeto de estudo foi selecionada a obra de um residencial a ser construído na cidade de Campo Mourão, no estado do Paraná (Figura 6). O residencial será composto por 83 casas, totalizando 3.516,84 m² de área e seguirá os modelos padrões estipulados pelo programa Minha Casa Minha Vida⁵, sendo adotado o sistema construtivo convencional⁶.

Figura 6 – Delimitação da área da obra



Fonte: Google Maps (2017).

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizada revisão de literatura para a obtenção de informações referentes ao gerenciamento de resíduos da construção civil. Essa revisão consistiu em consultas em artigos, cartilhas e normas que direcionam à elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e suas respectivas etapas.

⁵Iniciativa do governo que oferece condições para famílias de baixa renda, para financiamento de moradias em áreas urbanas (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2018.)

⁶Sistema formado por pilares, vigas e lajes de concreto, sendo que a vedação é constituída por blocos cerâmicos (VASQUES; PIZZO, 2014).

5.1 Caracterização

A fim de se obter os dados necessários para a caracterização da obra e do sistema construtivo, foram realizadas visitas ao local e entrevista com o responsável pelo empreendimento objeto de estudo. A partir de dados quali-quantitativos de área construída associados à dados de literatura, foram estimados quantidades e os tipos de RCC gerados em cada etapa da obra.

Para a estimativa da quantidade de resíduos gerados na obra, utilizou-se os parâmetros propostos por Pinto (1999), onde a quantidade de massa para edificações utilizando o sistema construtivo convencional é de 1.200 kg/m², e considerando que a perda média dos materiais durante o processo construtivo – em relação aos materiais em canteiro – é de 25%. Desse percentual, 50% é removido como entulho no transcorrer da obra. Assim, a taxa de geração de resíduos de construção é de aproximadamente 150 kg por metro quadrado construído.

Quanto à determinação do volume de resíduos em metros cúbicos, foi utilizado o peso específico – de acordo com IBAM (2001) – de 1.300 kg/m³.

Assim, a estimativa de geração de RCC em massa é de aproximadamente 527,52 t, conforme cálculo da equação (1):

$$\begin{aligned} \text{área da construção (m}^2\text{)} \times \text{taxa de geração de resíduos (t/m}^2\text{)} & \quad (1) \\ = \text{total de resíduos gerados (t)} & \end{aligned}$$

$$3.516,84 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ t/m}^2 = 527,52 \text{ t}$$

Como o peso específico dos RCC é de 1.300 kg/m³, estima-se que serão gerados aproximadamente 405,78 m³ de resíduos de construção civil, conforme cálculo da equação (2):

$$\frac{\text{total de resíduos gerados (kg)}}{\text{peso específico (kg/m}^3\text{)}} = \text{total de resíduos gerados (m}^3\text{)} \quad (2)$$

$$\frac{527.520 \text{ kg}}{1.300 \text{ kg/m}^3} = 405,78 \text{ m}^3$$

Para a quantificação dos resíduos gerados na obra, segundo as classes da resolução CONAMA nº 307/2002, utilizou-se como referência os dados de Konchem, Dutra e Possan (2017) em que aproximadamente 86,29% são resíduos classe A, 12,36% classe B, 0,29% classe C e 1,05% classe D.

5.2 Triagem e acondicionamento

Especificamente sobre as etapas de triagem e acondicionamento foram analisadas as particularidades do local da obra através dos projetos fornecidos pela empresa – como o projeto arquitetônico do loteamento e croqui com o *layout* do canteiro de obra – e visitas ao local e, assim, pesquisadas alternativas que possibilitem a valoração e destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

5.3 Transporte e destinação

Para as etapas de transporte e destinação final foi realizado o levantamento de serviços ofertados, preferencialmente na região de Campo Mourão – PR. Para isso, foram realizadas consultas em sites de associações e empresas especializadas nesse tipo de serviço, assim como entrevistas com os responsáveis pelo gerenciamento da obra para que informassem quais serviços a empresa tem contratado.

Além disso, foi realizada uma pesquisa de usinas de reciclagem e eco pontos em cidades próximas à Maringá, a qual localiza-se há aproximadamente 90km de Campo Mourão.

5.4 Conscientização e treinamento da equipe

Foi elaborada uma proposta para a conscientização e educação ambiental de todos os envolvidos no processo de construção do empreendimento, ressaltando a importância da implantação e desenvolvimento do plano de gerenciamento de resíduos da construção civil. A proposta visa também, a conscientização sobre ações ecologicamente corretas que vão desde à minimização da geração até o reaproveitamento e reciclagem destes resíduos.

O formato apresentado caracteriza-se pela realização de palestras ministradas por engenheiros contratados pela construtora e também entrega de folhetos

informativos, para que todos conheçam os procedimentos e estejam preparados para realizar as tarefas de maneira correta.

Para os treinamentos, devem ser apresentadas as classificações dos resíduos e como devem ser segregados para que não seja prejudicada a possibilidade de reutilização e reciclagem desde à etapa de triagem, até destinação final.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na sequência são apresentados os resultados obtidos referentes às etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) proposto para a obra objeto de estudo, localizada no município de Campo Mourão – PR.

6.1 Caracterização

O empreendimento a ser construído possui um total de 3.516,84 m² adotando o sistema construtivo convencional e constituído por 83 casas no padrão Minha Casa Minha Vida. O residencial será localizado na cidade de Campo Mourão – PR. Para a edificação da obra a construtora contará com equipe de 62 colaboradores e terá duração estimada de 10 meses.

Os principais resíduos que podem ser gerados por etapa da obra são descritos no quadro 6:

Quadro 6 – Principais resíduos gerados por etapa da obra

Etapa da Obra	Tipo de Resíduo
Superestrutura	Concreto, aço e madeira proveniente das fôrmas e escoramento
Alvenaria	Blocos de concreto e argamassa e suas respectivas embalagens (papel e plástico)
Instalações hidrossanitárias e elétricas	Blocos de concreto, restos de tubos de PVC, fiação e plásticos dos conduítes
Revestimento e reboco interno/externo	Argamassa (cimento, cal e areia) e embalagens, pisos e azulejos cerâmicos e embalagens (papel, papelão e plástico)
Forro	Placas de gesso acartonado
Acabamento interno/externo	Restos de massa corrida e acrílica; embalagens de tinta vazia e solventes
Cobertura	Madeira e telhas cerâmicas

Fonte: Autoria Própria.

6.1.1 Quantificação e classificação dos resíduos

Os resultados obtidos para a quantificação dos resíduos estão demonstrados na tabela a seguir (Tabela 3).

Tabela 3 – Quantificação dos resíduos

Área Construída (m²)	Total Taxa de Geração de Resíduos (t/m²)	Geração total de resíduos na obra (t)	Geração total de resíduos na obra (m³)
3.516,84	0,15 ⁷	527,52	405,78

Fonte: Autoria própria.

A classificação dos resíduos, utilizando como parâmetro a resolução CONAMA nº 307 de 2002, é representada a seguir (Tabela 4) juntamente com as porcentagens e quantidades em m³ de cada classe a partir do total de resíduos gerados.

Tabela 4- Classificação dos resíduos

CLASSE	PORCENTAGEM (%)⁸	QUANTIDADE (m³)
A	86,29	350,14
B	12,36	50,15
C	0,29	1,17
D	1,05	4,26

Fonte: Autoria Própria.

⁷ PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

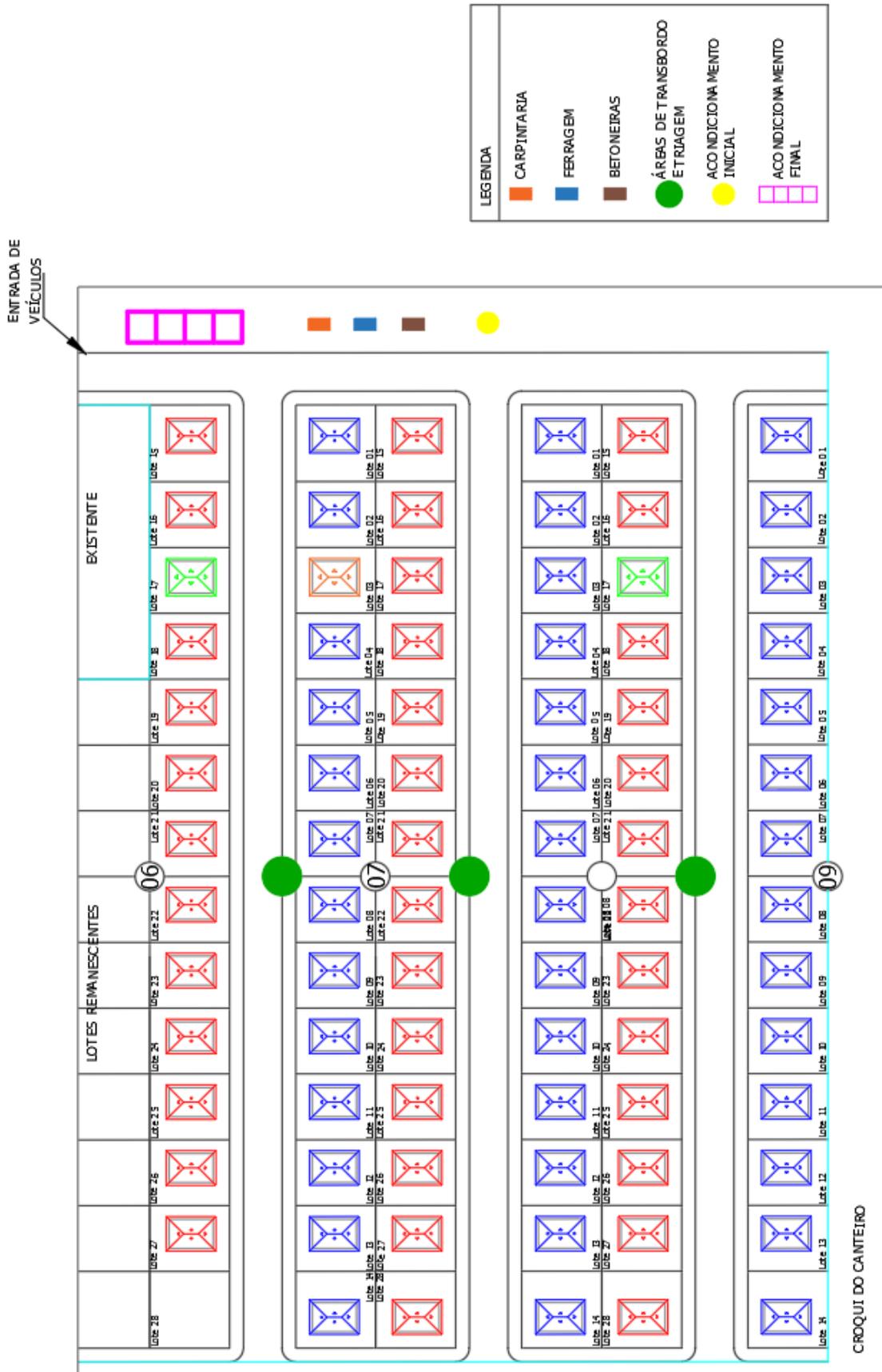
⁸ KOCHER, K.; DUTRA, M. L.; POSSAN, E. **Caracterização do resíduo da construção civil da cidade de Cascavel, PR**. 11p. 2017.

6.2 Triagem

Para que a triagem dos resíduos ocorra de maneira adequada, o responsável por tal atividade na obra deve conhecer as respectivas classificações de cada resíduo. Para a separação, sugere-se que sejam separados nos seguintes grupos: classe A, classe B, classe C e classe D.

De acordo com as características da obra analisada na planta do empreendimento, sugere-se que a Área de Transbordo e Triagem (ATT) (Figura 7) dos resíduos seja localizada na própria obra, devido ao número significativo de residências a serem construídas.

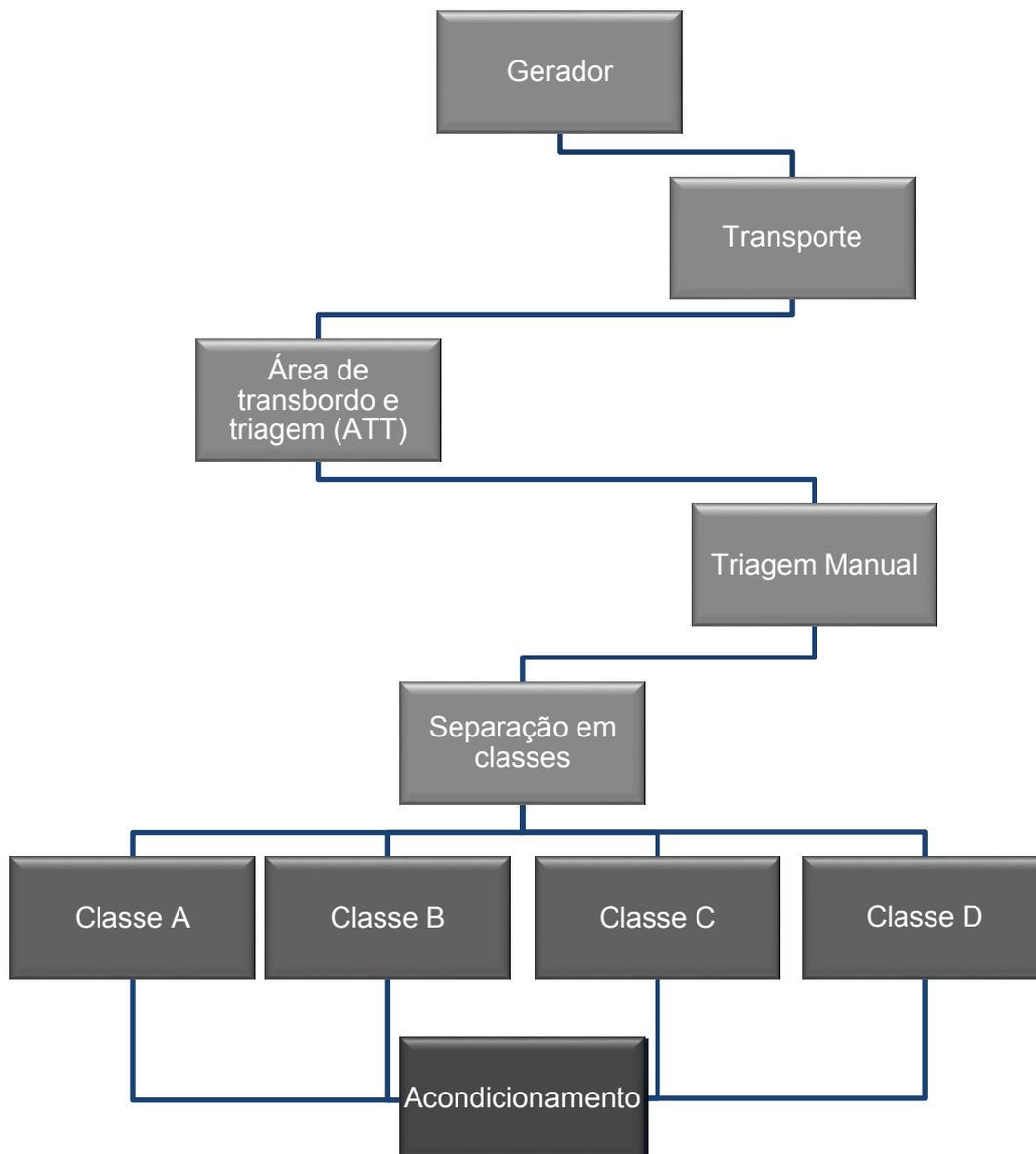
Figura 7 – Croqui do gerenciamento dos resíduos no canteiro



Fonte: Adaptado da construtora.

Dessa forma, foram escolhidas áreas no centro de cada quadra das três ruas do loteamento, facilitando o trabalho do responsável pela separação e transporte, pois concentrará os materiais das residências nesses locais. Após essa etapa, ao final de cada dia de expediente, o responsável pela triagem passará recolhendo os resíduos os quais serão encaminhados ao local reservado para o acondicionamento inicial ou final, a depender do tipo de resíduo (Figura 8).

Figura 8 - Fluxo de triagem dos resíduos



Fonte: Autoria própria.

Os resíduos gerados pelo refeitório (embalagens de marmitta, resíduos orgânicos) e dos banheiros (rejeitos), serão coletados separadamente e como são passíveis de coleta pública, serão destinados ao aterro sanitário.

6.3 Acondicionamento

A partir da separação dos resíduos nos locais de triagem, sugeriu-se diferentes dispositivos para o acondicionamento inicial e final. Para isso, foi analisado o projeto do canteiro da obra e traçadas estratégias para a localização desses dispositivos, levando em consideração o melhor trajeto para que os resíduos sejam transportados. Na figura 7 está representado em planta os locais estabelecidos.

6.3.1 Acondicionamento inicial

O acondicionamento inicial funcionará como um armazenamento temporário para cada tipo de resíduo segregado logo após a etapa de triagem – visando uma maior limpeza e organização do canteiro de obra – até que atinjam os volumes necessários que justifiquem o transporte até o depósito final, de onde serão encaminhados para os locais de destinação final. Essa etapa também terá como finalidade a separação de alguns resíduos possíveis de reutilização na própria obra.

A localização da área para acondicionamento inicial (Figura 7) foi definida de forma que facilitasse o transporte após a etapa de triagem dos materiais e também o transporte para o acondicionamento final. Dessa forma, localiza-se à direita do loteamento devido ao fato de estar na mesma rua da área de acondicionamento final e, também, mais centralizada para abranger o trajeto das três áreas de transbordo e triagem (ATT).

Os dispositivos de acondicionamento foram planejados conforme o tipo de resíduo, volume e intensidade de geração, contendo a sinalização adequada para cada tipo de material. Estes dispositivos ficarão abrigados dentro de uma área coberta com telha fibrocimento e estrutura construída em madeira, para proteção contra intempéries. O local deve ser constantemente inspecionado, a fim de manter os recipientes em bom estado de conservação.

Para os resíduos de classe A passíveis de reutilização na obra o armazenamento será em bombonas, já os não reutilizáveis – pelo fato de gerarem um

grande volume e peso – devem ser destinados diretamente aos dispositivos de acondicionamento final.

Já os resíduos de classe B devem ser dispostos de forma que possibilite a reciclagem ou reutilização e para isso, sugere-se que cada material possua uma bombona particular, podendo ser revestida internamente por saco de ráfia para facilitar a coleta – com exceção da madeira, que deve ser armazenada em forma de pilha e transportada ao acondicionamento final, conforme o preenchimento do espaço disponível para esse material dentro da área coberta.

Como os resíduos de classe C e D não são viáveis de reutilização e reciclagem para a obra, serão destinados diretamente ao acondicionamento final para serem encaminhados aos respectivos locais de destinação.

6.3.2 Acondicionamento final

Para o acondicionamento final, a localização foi escolhida considerando-se o local utilizado para entrada e saída de veículos da obra e, dessa forma, facilitando a entrada dos caminhões para a retirada dos resíduos.

Também foi considerado o local onde acontecem as atividades de carpintaria, montagem das ferragens e onde se localizam as betoneiras, pois dessa forma os materiais e embalagens podem ser depositados diretamente nos dispositivos de acondicionamento final, que se localiza ao lado (Figura 7).

Os dispositivos sugeridos para armazenamento dos resíduos foram as caçambas estacionárias para os resíduos de classe A diretamente destinados ao acondicionamento final, estas são fornecidas pela própria empresa responsável pelo transporte externo. Para as demais classes são utilizadas baias individuais, construídas em madeira e cobertas com telha fibrocimento, devidamente sinalizadas.

Para uma melhor visualização, o quadro a seguir (Quadro 7) representa-se um resumo dos dispositivos de acondicionamento inicial e final para possíveis resíduos a serem gerados.

Quadro 7 – Resumo para acondicionamento inicial e final

Tipo de resíduo	Classe	Acondicionamento	
		Inicial	Final
Aço	B	Bombonas	Baias
Madeira	B	Pilhas	Baias (pilhas)
Blocos de Concreto	A	Bombonas	Caçambas estacionárias
Concreto	A	Bombonas	Caçambas estacionárias
Argamassa	A	Bombonas	Caçambas estacionárias
Tubos de PVC	B	Bombonas	Baias
Papel/Papelão	B	Bombonas	Baias
Plásticos	B	Bombonas	Baias
Placas de Gesso	B	Bombonas	Baias
Cerâmicas	A	Bombonas	Caçambas estacionárias
Resíduos não perigosos e não recicláveis	C	-	Baias
Resíduos perigosos e não recicláveis	D	-	Baias

Fonte: Autoria própria.

6.4 Transporte

As etapas anteriores foram planejadas de maneira que facilitassem o transporte tanto interno, quanto externo dos materiais. Dessa forma, o objetivo deste item é descrever como serão realizadas estas atividades.

6.4.1 Transporte interno

Para o transporte interno, o planejamento das áreas de triagem e acondicionamento foi fundamental pois é uma atividade que depende do trabalho braçal do responsável. Assim, quanto menor o trajeto a ser percorrido, mais eficaz será o resultado.

A responsabilidade para essa atividade fica atribuída ao funcionário encarregado pela coleta dos resíduos das áreas de transbordo e triagem e áreas de acondicionamento inicial. Quando o volume de resíduos é pequeno, pode-se utilizar carrinhos ou giricas e, ainda o transporte manual para esses resíduos. Já para

grandes volumes, o transporte pode ser mecanizado – na qual contribui também para a redução de tempo do serviço.

Os horários para coleta devem ser planejados e ajustados conforme a disponibilidade dos equipamentos necessários, por isso será realizada ao final dia de expediente. A fim de se obter uma melhor organização do canteiro de obras, a localização para o armazenamento desses equipamentos será ao lado da área de acondicionamento inicial.

6.4.2 Transporte externo

O transporte dos resíduos provenientes de construções é de responsabilidade de seus proprietários, sendo intimamente relacionado com o destino final do resíduo. Sendo assim, é responsabilidade da construtora a contratação de empresas licenciadas para a realização dos serviços de coleta, transporte e destinação final.

Os resíduos de classe A serão transportados nas próprias caçambas estacionárias utilizadas para a etapa de acondicionamento. O tamanho das caçambas utilizadas para o transporte é de aproximadamente 5 m³, em que representa a utilização de aproximadamente 41 unidades (baseada no total de resíduos gerados para classes A).

Alguns resíduos de classe B como plásticos, papéis e metais serão destinados às cooperativas de reciclagem, transportados em veículos contratados pela própria construtora, conforme a demanda de materiais a serem destinados. Já para os demais resíduos (madeira, gesso, isopor) as empresas da região que recebem esses materiais, ficarão responsáveis pelo transporte.

Para os resíduos classe C e D foram sugeridos serviços na região de Campo Mourão que são especializados na realização do transporte e destinação final desses tipos de materiais.

Em seguida, no quadro 8, são apresentados os serviços para cada classe dos resíduos oferecidos na região de Campo Mourão – PR.

Quadro 8 – Serviços de transporte para cada classe de resíduo

Classe	Serviço	Localização
A	Coleta, transporte e transbordo e reciclagem.	Campo Mourão – PR
B	Coleta, transporte e transbordo e reciclagem.	Campo Mourão – PR Maringá – PR
C	Coleta, transporte, armazenamento temporário e transbordo.	Campo Mourão – PR Apucarana – PR
D	Serviço de coleta, transporte e encaminhamento para destinação final de resíduos considerados nocivos.	Ibiporã – PR Cianorte – PR

Fonte: Autoria Própria.

As empresas que prestam serviços de transporte e destinação de resíduos devem estar regularizadas junto aos órgãos competentes, assim como documentos que comprovem a destinação do resíduo – como por exemplo o Controle de Transporte de Resíduos (CTR).

Consta no anexo A (PINTO et al., 2005) um modelo de formulário com informações sobre a caracterização do resíduo, identificação do transportador, origem (gerador) e área receptora. O documento deve ser emitido em três vias: uma para o gerador, uma para o transportador e outra para o destinatário.

6.5 Destinação

Para os resíduos de classe A, na cidade de Campo Mourão existe apenas uma empresa apta a realizar o recebimento e reciclagem desses resíduos. Dessa forma, também foram sugeridas empresas nas demais cidades da região que recebem esses materiais, bem como usinas de reciclagem de resíduos da construção civil.

Os resíduos de classe B serão encaminhados às cooperativas de reciclagem da cidade de Campo Mourão e região. Essas cooperativas armazenam e comercializam materiais como papel, metais e plásticos. Já os demais materiais da classe B (como madeira, gesso, isopor), serão encaminhados para empresas da região que recebem e reciclam especialmente esses materiais de construção civil.

Quanto aos resíduos de classe C, como não possuem um processo de reciclagem viável e não apresentam riscos de contaminação, sugere-se que devem

ser encaminhados aos aterros específicos para esses materiais e devidamente licenciados.

Para os resíduos de classe D, foram indicadas empresas especializadas e licenciadas na região de Campo Mourão que fazem coleta adequada de materiais contaminados e perigosos.

Os serviços indicados para a destinação final dos resíduos da construção civil estão demonstrados no quadro 9, juntamente com os respectivos municípios em que são realizados.

Quadro 9 – Serviços de destinação final dos resíduos

Tipo de descarte	Localização
Resíduos da construção civil, sucatas (metais), borrachas, madeiras, gessos, tecidos e isopor, resíduos vegetais.	Campo Mourão - PR
Resíduos de tecidos e de isopor, sólidos contaminados, resíduos eletrônicos e pilhas/baterias, borrachas (exceto pneus), resíduos de gesso.	Cianorte – PR
Embalagens plásticas e metálicas, sólidos contaminados, solventes e materiais contendo tintas.	Ibiporã-PR
Sucatas/Metais, resíduos domésticos em geral, resíduos de tecidos, madeiras, isopor, resíduos recicláveis em geral, resíduos de construção e demolição, gesso, resíduos orgânicos em geral.	Maringá-PR

Fonte: Autoria Própria.

6.7 Conscientização e treinamento da equipe

Para a capacitação serão realizadas três palestras, ministradas por uma equipe de engenheiros especializada nessa temática e, para isso, a equipe será dividida entre os gestores e colaboradores conforme cada fase da obra, para um melhor aproveitamento do tema de cada palestra. O conteúdo a ser apresentado deve enfatizar a importância da implementação do PGRCC e especificar de maneira clara cada etapa a ser realizada. Também deve-se conscientizar sobre a minimização da geração de resíduos e também sobre seu reaproveitamento.

A programação de cada palestra, com duração de 40 a 60 minutos, será dividida em três etapas, sendo que a primeira consiste na apresentação do PGRCC, as justificativas para implementação, a relação do PGRCC com a política da empresa e os procedimentos necessários para a implantação do Plano. A segunda etapa da palestra consiste inicialmente na escolha dos responsáveis por cada etapa do plano, seguida por demonstrações práticas sobre cada etapa – como exemplo, demonstrações sobre o correto descarte dos resíduos. Por fim, será realizado um momento para debate e possíveis dúvidas dos ouvintes das palestras.

As palestras acontecerão antes do início da obra, para que já estejam preparados no início da construção do empreendimento. Os folhetos informativos (Apêndice A) serão distribuídos como um suporte para a realização das etapas do plano. Como a rotatividade dos trabalhadores é frequente, também serão realizados treinamentos conforme a demanda de novos funcionários.

Como uma forma de reforço e memorização dos conteúdos apresentados nas palestras, serão utilizadas placas de sinalização de equipamentos e áreas para triagem e acondicionamento, também placas para a identificação dos resíduos e, ainda, cartazes em todo o canteiro da obra enfatizando a importância da realização do gerenciamento e reforçando as etapas do PGRCC.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do setor da construção civil, com o passar dos anos, resultou em um aumento significativo de resíduos sólidos, tornando-o uma das principais atividades responsáveis pela geração e destinação inadequada desses resíduos. Com isso, surgiu a necessidade da utilização de alternativas viáveis e medidas no que tange o gerenciamento dos materiais provenientes das construções. Para isso, legislações e estudos vêm evoluindo gradativamente nas últimas décadas visando alternativas de solução para esta problemática.

É possível afirmar, contudo, que o planejamento e organização do canteiro de obras é de fundamental importância na construção civil. Diante disso, o trabalho teve como objetivo a elaboração de uma proposta de gerenciamento dos resíduos da construção civil para a obra de um residencial, através da criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), utilizando como ferramenta principal as diretrizes da resolução CONAMA nº 307/2002.

A elaboração do plano permitiu identificar as possíveis quantidades para cada classe de resíduos, sendo que os resíduos de classe A se apresentam em maior quantidade (350,14 m³), seguidos da classe B (50,15 m³), dos quais são passíveis de reutilização e reciclagem. Já os resíduos de classe C (1,17 m³) e classe D (4,26 m³), como não são viáveis para reciclagem e reutilização, devem ser encaminhados para locais especializados e licenciados para o recebimento desses materiais.

Também foi possível planejar as melhores estratégias de localização das áreas no canteiro para triagem e acondicionamento dos resíduos provenientes da construção, visando sempre facilitar o transporte interno e externo desses materiais.

Para a elaboração da proposta, algumas dificuldades foram encontradas como, por exemplo, a falta de padronização para a caracterização dos possíveis resíduos gerados em uma obra. Com isso, é importante ressaltar a necessidade de um parâmetro para que as construtoras possam estimar, de maneira mais aproximada com a realidade, os resíduos a serem gerados.

Destaca-se também, a dificuldade encontrada para a determinação das áreas para destinação final dos resíduos. Para os resíduos de classes A e B, foram encontradas diversas empresas que realizam os recebimentos desses materiais. No

entanto, para os resíduos de classes C e D poucas opções foram encontradas na cidade e região.

Conclui-se ainda que a conscientização dos profissionais da área, de colaboradores e empresários, é de suma importância para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado, minimizando os impactos negativos que a ausência de um correto gerenciamento causa ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em 09 jul. 2018.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Manual Técnico: gestão de resíduos sólidos em canteiro de obras**. Brasília: Sebrae – DF, 2007.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. Tese (Doutorado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2004.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. Fortaleza: SINDUSCON, 2011.

BRASIL. **Lei n 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 01 de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da avaliação de impacto ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> >. Acesso em: 29 out. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para diferentes resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para coleta seletiva. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 abril 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critério e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 348, de 16 de agosto de 2004. Inclui o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 ago. 2004. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 431, de 24 de maio de 2011. Estabelece nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 maio 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2o, 4o, 5o, 6o, 8o, 9o, 10 e 11. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jan. 2012. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 469, de 29 de julho de 2015. Reclassificação dos resíduos de tintas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 julho 2015. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida – Habitação Urbana**. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx> >. Acesso em: 28 mai. 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Plano de gestão de resíduos da construção civil – PGRCC**. 2013. Disponível em: < <https://licitacoes1.caixa.gov.br/sicve-web/rs/download?coProtocolo=cW1nYVRKWmJrM1RTNVgxVDJNQk1oYIM3eVdpelBQZzJJM3dhK1k4bUxRczhHdGhacVVHZ0pIUEVJTGdvaEJUYQ==>> >. Acesso em: 30 out. 2017.

CAMPO MOURÃO. Lei n. 3898, de 08 de fevereiro de 2018. **Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), dispõe sobre a Política Municipal de Resíduos Sólidos e dá outras providências**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Termo de referência para a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos - PGRS**. Curitiba, 2004. 8p.

GALBIATI, A. F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem.** Educação ambiental para o Pantanal. Minas Gerais, 2005.

GOOGLE. **Google Maps.** Campo Mourão – PR. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Campo+Mour%C3%A3o,+PR/@-24.018558,-52.3920861,9349m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x94ed751052cee71d:0x72e478adc937cc6!8m2!3d-24.0436553!4d-52.3781098>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

IBAM. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** IBAM.Rio de Janeiro.2001.

I&T. **Galeria de fotos: Gestão em Canteiro.** 2018. Disponível em: <<http://www.ietsp.com.br/galeria/fotos/gest%C3%A3o-em-canteiro/>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

KARPINSKI, L. A. et al. **Proposta de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Passo Fundo – RS.** In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008. Rio de Janeiro, outubro 2008.

KOCHEM, K.; DUTRA, M. L.; POSSAN, E. **Caracterização do resíduo da construção civil da cidade de Cascavel, PR.** 11p. 2017.

LEITE, B. M. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** Série de Publicações Temáticas do CREA-PR.

MARQUES NETO, J. C. **Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos – SP.** 155p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2003.

PARANÁ. Lei no 12.493, de 22 de janeiro de 1999. Estabelece princípios, procedimento, normas e critério referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos do Estado do Paraná. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 05 fev 1999. Disponível em: <http://www.meioambiente.caop.mp.pr.gov.br/arquivos/File/Lei_12493.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2018.

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

PINTO, T. P. et al. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil - A experiência do SindusCon-SP**, São Paulo, 2005.

PINTO, T.P.; GONZÁLES, J.L.R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005.

SINDUSCON-SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: avanços institucionais e melhorias técnicas**. 2015. Disponível em: <<https://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/09/MANUAL-DE-RES%C3%84DUOS-2015.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SOUZA, U. E. L. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out. /dez. 2004.

SCHNEIDER, D.M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, 2003.

VASQUES, P. C. F.; PIZZO, L. M. B. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências familiares**. 2014. 17 p. Centro Universitário de Lins, Lins – SP.

Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)

O que é um PGRCC?

O PGRCC tem como objetivo estabelecer procedimentos necessários para manejo e destinação adequados para os resíduos.

Classificação dos Resíduos

Classe A

Tijolo
Argamassa
Concreto



Classe B

Madeira
Metais
Plástico
Gesso



Classe C

Lã de Vidro
Lixa



Classe D

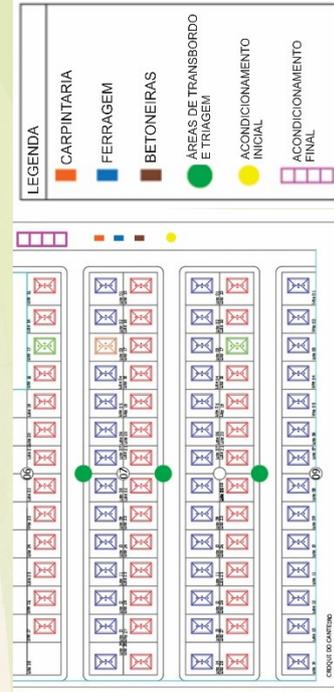
Tinta
Óleo
Solvente



Etapas do PGRCC



Mapa do Gerenciamento de Resíduos no Canteiro de Obras



ANEXO A – CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (CTR)

1. IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:	Cadastro Municipal:		
Nome do condutor:	Placa do veículo:		

2. IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:	CPF ou CNPJ:		
2.1 ENDEREÇO DA RETIRADA			
Rua/Av.:	Bairro:	Município:	

3. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA RECEPTORA DE GRANDES VOLUMES			
Nome ou Razão Social:		Nº da Licença Funcionamento:	
Endereço:	tel:		

4. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO															
Volume transportado	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	m ³	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Concreto / Argamassa / Alvenaria</td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/></td> <td style="width: 33%;">Solo</td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Volumosos (móveis e outros)</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/></td> <td>Madeira</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Volumosos (podas)</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/></td> <td>Outros (especificar)</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> </table>	Concreto / Argamassa / Alvenaria	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Solo	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Volumosos (móveis e outros)	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Madeira	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Volumosos (podas)	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Outros (especificar)	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Concreto / Argamassa / Alvenaria	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Solo	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>												
Volumosos (móveis e outros)	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Madeira	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>												
Volumosos (podas)	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	Outros (especificar)	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>												

5. RESPONSABILIDADES	
Visto do condutor do veículo: _____	Visto do gerador ou responsável pelo serviço: _____
Visto e carimbo da Área Receptora de Grandes Volumes: _____	
Data: ___ / ___ / ___	Horário: ___ : ___ h

<p>6. ORIENTAÇÃO AO USUÁRIO (de acordo com a Lei Municipal nº __ de __ de __ e as sanções nela previstas)</p> <p>a) o gerador só pode dispor no equipamento de coleta resíduos da construção civil e resíduos volumosos (penalidade Ref. II);</p> <p>b) o transportador é proibido de coletar e transportar equipamentos com resíduos domiciliares, industriais e outros (penalidade Ref. VI);</p> <p>c) o gerador só pode dispor resíduos até o limite superior original do equipamento (penalidade Ref. III);</p> <p>d) o transportador é proibido de deslocar equipamentos com excesso de volume (penalidade Ref. VII);</p> <p>e) o transportador é obrigado a usar dispositivo de cobertura de carga dos resíduos (penalidade Ref. XII);</p> <p>f) as caçambas devem ser estacionadas prioritariamente no interior do imóvel;</p> <p>g) o posicionamento das caçambas em via pública é responsabilidade do transportador – sua posição não pode ser alterada pelo gerador (penalidade Ref. XI);</p> <p>h) as caçambas estacionárias podem ser utilizadas pelo prazo máximo de [5 (cinco) dias], ou [48 (quarenta e oito) horas], em vias especiais;</p> <p>i) ao gerador é proibido contratar transportador não cadastrado pela administração municipal (penalidade Ref. IV)</p> <p>j) o gerador tem o direito de receber do transportador documento de comprovação da correta destinação dos resíduos coletados (penalidade Ref. XIII, ao transportador)</p>
--

Fonte: Pinto et al. (2005).