

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Bárbara Chaves

**GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
CONSTRUTORAS DE SANTA MARIA - RS**

Santa Maria, RS
2019

Bárbara Chaves

**GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONSTRUTORAS DE
SANTA MARIA - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Civil**.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Denise de Souza Saad

Santa Maria, RS
2019

Bárbara Chaves

**GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONSTRUTORAS DE
SANTA MARIA-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Civil**.

Aprovado em 25 de Novembro de 2019:

Denise de Souza Saad, Prof.^a Dr.^a (UFSM)
(Orientadora)

Carlos José Antônio Kümmel Félix, Prof. Dr. (UFSM)

Eng. Civil Ágatha Daflon Cicarino Canellas

Santa Maria, RS
2019

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de diversas pessoas, dentre as quais agradeço:

Aos meus pais e irmã, por todo apoio e compreensão durante todo o curso de graduação. Obrigada por acreditarem em mim.

À Professora Denise de Souza Saad, orientadora deste trabalho, pela paciência, correções e apoio ao trabalho.

À minha querida amiga Amanda de Mello Oliveira, colega inseparável, por compartilhar anseios, dúvidas, horas de estudos e alegrias ao longo de toda Graduação. Não estaria aqui sem o teu apoio.

Ao Arthur Bonini por todo apoio, compreensão, carinho e principalmente pela ajuda durante esse último semestre.

Aos amigos e familiares que se fizeram presente em todos os momentos e aqueles que, embora tiveram passagens curtas, agregaram um valor muito grande na minha formação.

Agradeço também a todas as empresas construtoras que participaram do trabalho, respondendo aos questionários e compartilhando as informações solicitadas.

Enfim, um muito obrigado a todos que me apoiaram em mais uma jornada!

RESUMO

GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONSTRUTORAS DE SANTA MARIA-RS

AUTORA: Bárbara Chaves
ORIENTADORA: Denise de Souza Saad

A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de recursos naturais e, também, geradoras de resíduos sólidos. Em virtude disso, é necessário repensar as atuais técnicas construtivas, investindo em uma gestão sustentável nos canteiros de obras. Os Resíduos da Construção Civil (RCC) merecem uma maior atenção devido aos grandes volumes gerados e ao potencial de reutilização e reciclagem. O presente trabalho explana sobre os resíduos da construção civil, conjuntamente com suas ações estratégicas para que ganhem uma destinação final adequada. Foi realizada uma revisão bibliográfica como forma de embasar o assunto a ser estudado. Além disso, foi realizada uma pesquisa de caráter qualitativo, na forma de um questionário, com o objetivo de realizar uma análise das estratégias adotadas pelas empresas construtoras da cidade de Santa Maria – RS quanto à gestão e ao correto gerenciamento dos resíduos nos canteiros de obras. Ao final da pesquisa, constatou-se que existe uma necessidade de aprimorar o gerenciamento desses resíduos e a gestão nas construtoras.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil, Gestão, Construção civil.

ABSTRACT

MANAGEMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN BUILDING COMPANIES OF SANTA MARIA-RS

AUTHOR: Bárbara Chaves
ADVISOR: Denise de Souza Saad

The construction industry is one of the largest consumers of natural resources and also generators of solid waste. As a result, it is necessary to rethink current construction techniques, investing in sustainable management on construction sites. Construction waste deserves more attention due to the large volumes generated and the potential for reuse and recycling. The present work explains about the construction residues, jointly with its strategic actions to obtain an adequate final destination. A literature review was performed as a basis to the subject to be studied. In addition, a qualitative research was conducted, in the form of a questionnaire, with the purpose of conducting an analysis of the strategies adopted by construction companies in the city of Santa Maria - RS regarding the correct management of waste at construction sites. At the end of the research, it was found that there is a need to improve the management of this waste and the management in construction companies.

Keywords: Construction Waste, Management, Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos gerados na região Sul.....	17
Figura 2 – Participação dos RCC na totalidade dos Resíduos Sólidos Urbanos em Ribeirão Preto – SP.....	22
Figura 3 - Deposição irregular na Região Oeste de Belo Horizonte – MG.....	28
Figura 4 - Impactos por deposição irregular em Chapecó – SC.....	29
Figura 5 - Plano Municipal de Gestão de RCC.....	35
Figura 6- Bombonas para acondicionamento inicial dos resíduos.....	48
Figura 7 - Suportes para <i>Bags</i> em Metal e Madeira.....	49
Figura 8 - Baias fixas para resíduos.....	50
Figura 9 – Caçamba estacionária.....	51
Figura 10 - Situação inicial dos resíduos antes da implantação do SGR na obra A.....	55
Figura 11 - Acondicionamento inicial dos resíduos após a implantação do SGR na obra A.....	55
Figura 12 - Trecho da escada da Obra A: situação inicial antes da aplicação do SGR.....	56
Figura 13 - Trecho da escada da Obra A: situação final após a aplicação do SGR.....	56
Figura 14 - Assentamento de tijolos: situação antes e após a implantação do SGR.....	57
Figura 15 - Detalhe da caçamba com RCC misturados antes da implantação do SGR, na obra A.....	57
Figura 16 - Caçamba com RCC depois da implantação do SGR, na obra A.....	58
Figura 17 - Trecho do corredor com RCC obstruindo parte da circulação da Obra C: situação inicial antes da implantação da limpeza.....	59
Figura 18 - Resíduos de gesso sobre a laje: situação anterior à implantação do SGR.....	59
Figura 19 - Pavimento ainda com serviços em execução da Obra C: situação final após a implantação da limpeza (SGR)	60
Figura 20 - Sinalização por placa educativa incentivando a limpeza no canteiro de obra C.....	60
Figura 21 - Alocação das bombonas nos pavimentos alternados na obra C.....	61
Figura 22 - Caçamba contendo RCC sem segregação, antes da implantação do SGR, na obra C.....	62
Figura 23 - Caçamba com pequenas quantidades de resíduos de outra classe, após a implantação do SGR na obra C.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
INAC	Instituto Nova Ágora de Cidadania
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Normas Brasileiras
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PGRCC	Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil
PMGRCC	Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção Civil e Demolição
RS	Rio Grande do Sul
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SGR	Sistema de Gerenciamento de Resíduos

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos Resíduos Sólidos quanto a sua origem.....	18
Quadro 2 - Composição dos RCC de algumas cidades brasileiras.....	26
Quadro 3 - Definições usadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente.....	33
Quadro 4 - Normas Técnicas Brasileiras relacionadas aos RCC	40
Quadro 5 - Potencial de Reutilização e Reciclagem dos resíduos.....	43
Quadro 6 - Caracterização dos Empreendimentos.....	53
Quadro 7 - Questão 1.....	67
Quadro 8 - Questão 2.....	68
Quadro 9 - Questão 3.....	68
Quadro 10 - Questão 4.....	71
Quadro 11 - Indicador de geração de resíduos em duas obras distintas.....	72
Quadro 12 - Questão 5.....	73
Quadro 13 - Questão 6.....	74
Quadro 14 - Questão 7.....	76
Quadro 15 - Questão 8.....	77
Quadro 16 - Questão 9.....	78
Quadro 17 - Questão 10.....	79
Quadro 18 - Questão 11.....	80
Quadro 19 - Questão 12.....	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	17
2.2 HISTÓRICO DOS RESÍDUOS	19
2.3 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.3.1 Definição e Classificação	22
2.3.2 Geração e Composição	24
2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RCC	27
2.5 SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL	30
3 LEGISLAÇÃO, NORMAS E RESPONSABILIDADES	32
3.1 RESOLUÇÃO CONAMA N.º 307	32
3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	36
3.3 POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	37
3.4.1 Plano Estadual de Resíduos Sólidos	37
3.4 PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	39
3.5 OUTRAS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS A RESPEITO DOS RCC	39
4 GESTÃO DOS RCC	41
4.1 GESTÃO CORRETIVA X GESTÃO DIFERENCIADA	42
4.2 POTENCIAL PARA REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM	43
4.3 REUTILIZAÇÃO	44
4.4 RECICLAGEM	44
5. GERENCIAMENTO DOS RCC	46
5.1 GERENCIAMENTO NA PRÁTICA	53
6 METODOLOGIA	64
7. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	66
7.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS	66
7.2 DADOS COLETADOS	67
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	87

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL POR PARTE DAS CONSTRUTORAS DA CIDADE DE SANTA MARIA – RS.....	93
APÊNDICE B – MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	94

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é, sem dúvidas, um dos pilares do desenvolvimento econômico e social brasileiro. É um dos setores que mais cresce e gera empregos no país (CILO, 2019). No entanto, com a indústria da construção produzindo cada dia mais, cresce a quantidade de resíduos da construção civil gerados pelo setor. Por essa razão, atualmente, há a necessidade de uma maior preocupação com a questão ambiental, tendo em vista os impactos ambientais inerentes à atividade.

Os impactos ambientais causados pela construção civil se estendem ao longo de toda sua cadeia produtiva. Os volumes de materiais envolvidos, tanto no consumo de matéria-prima quanto na geração de rejeitos, são desmedidos. Estima-se que a construção civil utilize entre 15 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade (JOHN, 2001). Todo esse consumo de materiais e energia gera uma expressiva quantidade de resíduos. Assim, a construção civil é um dos principais geradores, seja no processo construtivo, de demolição ou nos processos de produção de insumos voltados para esse setor.

Embora seja viável e prioritário reduzir a quantidade de resíduos produzidos da produção até o pós-consumo, eles sempre serão gerados (ROCHA; JOHN, 2003). Portanto, deve-se sempre priorizar a correta gestão e gerenciamento dos RCC.

Dentro do complexo processo de gestão da construção e da qualidade, há o gerenciamento dos resíduos gerados nos canteiros de obras. Esse processo é significativo devido aos grandes volumes resultantes da prática construtiva e da necessidade de sua destinação final adequada. No entanto, em muitos casos, essa correta gestão é deixada em segundo plano ou, até mesmo, ignorada pelas construtoras.

Nesse contexto, no ano de 2002, foi aprovada a Resolução n.º 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a qual estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (CONAMA, 2002). É crucial que um setor tão notável atente à necessidade de usar racionalmente os recursos que são finitos e de não sobrecarregar a natureza com dejetos indesejáveis, gerindo racionalmente seus produtos.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizadas referências bibliográficas que auxiliaram o estudo de caso no município. A pesquisa baseou-se em publicações, livros, teses, manuais e instrumentos normativos. O estudo prático foi desenvolvido através de uma pesquisa de campo envolvendo as construtoras, que são os principais geradores dos resíduos da construção civil.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo principal realizar uma análise da gestão dos resíduos da construção civil nas construtoras da cidade de Santa Maria – RS.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica a respeito da classificação, gestão e gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC);
- Analisar as legislações vigentes no âmbito municipal, estadual e federal com foco nos Resíduos da Construção Civil;
- Analisar os procedimentos adotados pelas construtoras quanto à gestão e gerenciamento dos RCC na cidade de Santa Maria - RS;

1.2 JUSTIFICATIVA

No Brasil, segundo dados do Instituto Nova Ágora de Cidadania (INAC), cada cidadão produz anualmente, em média, o equivalente à meia tonelada de resíduos da construção civil. Além disso, segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON), o Brasil perde cerca de 8 bilhões de reais anualmente por não reciclar os resíduos produzidos nas construções. Para demonstrar a dimensão do problema, os resíduos de construção civil e demolições são responsáveis por aproximadamente 60% de todo o resíduo sólido produzido. Entretanto, mesmo com dados que apresentam a necessidade de se repensar o modelo atual de gestão dos resíduos sólidos da construção civil nas cidades brasileiras, pouco é observado na prática.

Assim, ganham cada vez mais relevância as discussões sobre a necessidade proeminente de reduzir a geração de tais resíduos e de lhes dar uma destinação final adequada, no sentido de suprir as necessidades do consumo humano atual sem impactar a satisfação das necessidades das gerações futuras.

A indústria da construção civil é um importante setor da economia local em Santa Maria - RS, mas é também um grande consumidor dos recursos naturais. Consomem grandes quantidades e variabilidade de materiais de construção que, muitas vezes, não são

aproveitados de forma adequada, tornando-se entulho. A conscientização da extração finita dos materiais é importante para evitar a drenagem dos recursos naturais e prever novas formas de aproveitamento desse material, como a prática do reuso e da reciclagem.

A importância da gestão sustentável dos resíduos nos municípios, e principalmente nas construtoras, torna-se ainda mais evidente diante das consequências ambientais e sociais que os mesmos podem gerar. Estes resíduos, muitas vezes, são depositados em locais inapropriados dentro dos centros urbanos, afetando a estrutura da cidade e o orçamento local. Sociedade, construtoras e o município de modo geral podem se beneficiar da discussão acerca da gestão dos resíduos e dos seus impactos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho de conclusão de curso estrutura-se em sete capítulos. No capítulo um analisou-se a importância do tema, as justificativas e os objetivos que levaram à elaboração do estudo.

O segundo apresenta a classificação dos resíduos sólidos considerando a NBR 10004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Apresenta também a definição, classificação, geração e composição dos Resíduos da Construção Civil (RCC) em conformidade com a Resolução CONAMA n.º 307/2002 e alterações, além dos impactos ambientais causados pelos resíduos na malha urbana.

No terceiro capítulo, são apresentadas políticas públicas voltadas para os resíduos produzidos no setor da construção civil, abordando, resumidamente, leis e normas brasileiras no âmbito federal, estadual e municipal.

No quarto capítulo, é abordada a questão da gestão dos RCC, destacando a necessidade de usar racionalmente os recursos que são finitos. No mesmo capítulo, são apresentadas definições e vantagens de práticas de reciclagem e reutilização dos resíduos.

O quinto capítulo trata sobre o gerenciamento dos resíduos da construção civil, abordando as etapas de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos produzidos pelo setor.

Por fim, no sexto e sétimo capítulos são apresentadas a pesquisa de campo e as considerações finais, respectivamente, realizadas junto às construtoras na cidade de Santa Maria – RS, com o objetivo de analisar as técnicas de gestão e gerenciamento dentro dos canteiros de obra.

2 RESÍDUOS SÓLIDOS

A questão dos resíduos sólidos é de grande relevância, uma vez que o homem moderno gera cada vez mais resíduos. Além do aumento da quantidade dos resíduos, outro fator a ser observado é o aumento da sua toxicidade e da nocividade, gerando cada vez mais poluição ambiental, quando gerenciados de forma incorreta (SILVA, MATOS e FISCILETT, 2017).

A partir da Revolução Industrial, a produção de bens aumentou concomitantemente com a extração de recursos naturais, ampliando as demandas da sociedade. Paralelamente, os bens passaram a ser substituídos com grande intensidade, até chegarmos à era dos produtos descartáveis. Atualmente, os produtos são projetados para ter uma vida útil menor e, conseqüentemente, geram a necessidade de se adquirir o mesmo produto múltiplas vezes. Assim, os produtos são trocados por ficarem ultrapassados e não por perda de serventia, refletindo diretamente no aumento do volume de resíduos (SILVA, MATOS e FISCILETT, 2017).

A definição para resíduos sólidos, popularmente denominado “lixo”, é dada como sendo qualquer material gerado pela atividade humana considerado inútil, supérfluo ou sem valor (MOTA et al., 2009).

Na compreensão de Maia et al. (2009), resíduos sólidos são materiais cujo destino final deve ser ambientalmente adequado. Essa definição compreende materiais resultantes de processos de produção, transformação, consumo ou utilização que sejam provenientes de atividades humanas, de animais ou então de fenômenos naturais.

A NBR 10004/2004 no seu item 3.1 tem como definição de resíduos sólidos:

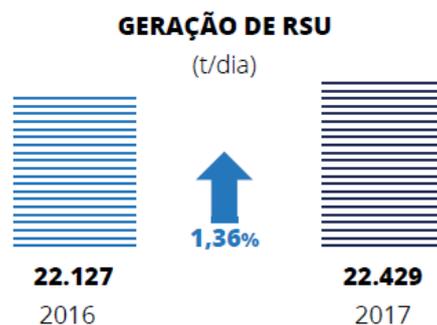
Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.1).

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017 mostra que o país produziu cerca de 78,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2017, representando um aumento de 1% em relação ao ano de 2016. O mesmo documento relata que somente 59,1% do total coletado recebeu uma destinação final adequada, sendo alocados em aterros sanitários, enquanto que o

restante foi disposto em locais inadequados, gerando poluição e problemas à saúde pública (ABRELPE, 2017).

Só na região Sul, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) atingiu 22.429 toneladas/dia em 2017, apresentando um crescimento de 1,36% em relação ao ano anterior, como é possível observar na Figura 1 (ABRELPE, 2017).

Figura 1 - Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos gerados na região Sul



Fonte: ABRELPE (2017, p.39).

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10004/2004, tem por objetivo classificar os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, identificando sua origem, seus constituintes e características e potencial agressivo ao meio ambiente. Especifica que para a correta classificação é importante a descrição dos materiais e insumos utilizados, bem como do processo de geração.

Para os efeitos dessa Norma, os resíduos são classificados em:

Resíduos Classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam periculosidade (conforme definido no item 3.2 da Norma) ou que apresentam pelo menos uma das seguintes características: toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, reatividade ou patogenicidade:

3.2 periculosidade de um resíduo: Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar:

- a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
- b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. (Risco à saúde pública ou risco ao meio ambiente) (ABNT, 2004, p.2).

Resíduos Classe II – Não perigosos:

Resíduos Classe II A – Não inertes: são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou de resíduos Classe II B. Os resíduos Classe II A podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada à temperatura ambiente, não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G (padrões para o ensaio de solubilização).

A classificação dos resíduos quanto à sua origem, como está apresentado no Quadro 1, está definida no Art. 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Quadro 1 – Classificação dos Resíduos Sólidos quanto a sua origem

(continua)

Origem	Descrição
Resíduos Domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas;
Resíduos de Limpeza Urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Originários em escritórios, lojas, hotéis, supermercados, restaurantes e em outros estabelecimentos afins;
Resíduos Industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

Quadro 1 – Classificação dos Resíduos Sólidos quanto a sua origem

(conclusão)

Origem	Descrição
Resíduos de Serviços de Saúde	Gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
Resíduos da Construção Civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
Resíduos Agrossilvopastoris	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
Resíduos de Serviços de Transportes	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
Resíduos de Mineração	Gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

Fonte: BRASIL (2012, p. 16).

2.2 HISTÓRICO DOS RESÍDUOS

A história dos resíduos está atrelada ao processo civilizatório do homem. Quando o ser humano começou a se instalar nos territórios, deixou de ser nômade, começou a dividir seu espaço com os resíduos produzidos (PINHO, 2011).

Na Idade Média, grande parte dos resíduos produzidos eram de origem do corpo humano - fezes, urina, secreções em geral e o próprio corpo humano em decomposição. Também havia os resíduos orgânicos originários da alimentação, como carcaças de animais, cascas de frutas e hortaliças (VELLOSO, 2007).

Nos primeiros núcleos habitacionais, os resíduos eram lançados nas vias públicas ou nas imediações das residências. Outra prática comum era a queima dos rejeitos. Não era usual

a existência de líderes para a gestão dos resíduos e locais definidos para a disposição final (SEADON, 2006).

Conforme Pinho (2011), o crescimento dos núcleos habitacionais associado à crescente preocupação com a higiene induziu a população a encaminhar seus rejeitos para fora das delimitações das cidades, distante o suficiente para não interferir na dinâmica dos centros urbanos.

De acordo com Eigenheer (2009), na Idade Média foi proibida a destinação inadequada de dejetos pela população, o lançamento de lixo e fezes nas vias públicas e o uso da água das chuvas como meio de se livrar de lixo e dejetos, que provocavam o entupimento de canais.

O século XVII foi marcado por avanços na sociedade, contribuindo para uma nova visão de cidade, fomentando novas concepções de sujeira corporal e urbana. As cidades começam a ser planejadas; as vias deviam ser amplas e divididas em principais e secundárias; os resíduos, como fezes e urina, deveriam ser destinados a uma tubulação comum ou principal (VELLOSO, 2007).

Para Pinho (2011), a Revolução Industrial foi outro marco na história dos rejeitos. Com ela, houve o aumento da produtividade e da densidade urbana, surgimento de novos materiais e ampliação dos meios de comunicação. Conjuntamente, houve um aumento na quantidade de resíduo gerado por habitante.

Com o desenvolvimento tecnológico da Revolução Industrial no mundo, as preocupações com os impactos ecológicos ganharam destaque. Anteriormente, nas sociedades primitivas, essa preocupação era mínima, uma vez que a produção de resíduos era pequena e a assimilação pelo meio era grande (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

Assim, as tradicionais concepções de tratamento de resíduos sólidos foram otimizadas. Surgiu a primeira ideia de incineradores, o primeiro sistema a operar satisfatoriamente para os resíduos. Em 1900, a Inglaterra já usufruía de aproximadamente 121 incineradores. As primeiras usinas de triagem, para reaproveitamento dos resíduos por parte dos catadores, datam de 1895 e 1898 na Romênia. A coleta seletiva de lixo também teve seu princípio a partir da Revolução, iniciando na América do Norte e chegando posteriormente à Europa, ainda que de forma incipiente (EIGENHEER, 2009).

Com o avanço da tecnologia, a composição do lixo, antigamente predominantemente de compostos orgânicos, passou a conter plásticos, isopores, pilhas, baterias, etc. A situação atual é preocupante por conta desse histórico, que tende a agravar-se ainda mais por causa da tecnologia e dos produtos por ela criados (KELLER; CARDOSO, 2014).

Pinto e González (2005) indicam que quando se trata da geração dos resíduos de construção nos centros urbanos é necessário observar que o mesmo cresceu consideravelmente a partir da metade da década de 90. Nessa mesma época, teve início o crescimento das empresas e coletores autônomos prestando serviços de remoção dos Resíduos da Construção Civil (RCC).

2.3 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com John (2000), o desenvolvimento econômico transforma o meio ambiente no âmbito construído, de modo a melhor atender as demandas da população. Assim, o crescimento da economia é acompanhado pelo aumento do consumo inconsciente de matérias-primas não renováveis, gerando a escassez de muitos materiais.

No estado do Rio Grande do Sul, em menos de 10 anos, a atividade da Construção Civil ampliou sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) de 4,7% para os atuais 5,7% (Ministério do Meio Ambiente, 2014).

A construção civil é um grande setor da economia e, conseqüentemente, é a maior consumidora dos recursos naturais (JOHN, 2000). Estima-se que esse setor consuma entre 14% e 50% do total de recursos naturais extraídos pelo homem (SJÖSTRÖM, 1996 apud JOHN, 2000).

Uma das conseqüências desse enorme consumo material é uma expressiva geração de RCC e poluição do meio ambiente. Nesse quesito, a cadeia produtiva da construção civil se destaca pela produção numerosa de resíduos, desde o preparo do canteiro de obras ao acabamento final da construção, sendo a fase de execução a etapa mais crítica para geração de entulho (JOHN, 2000).

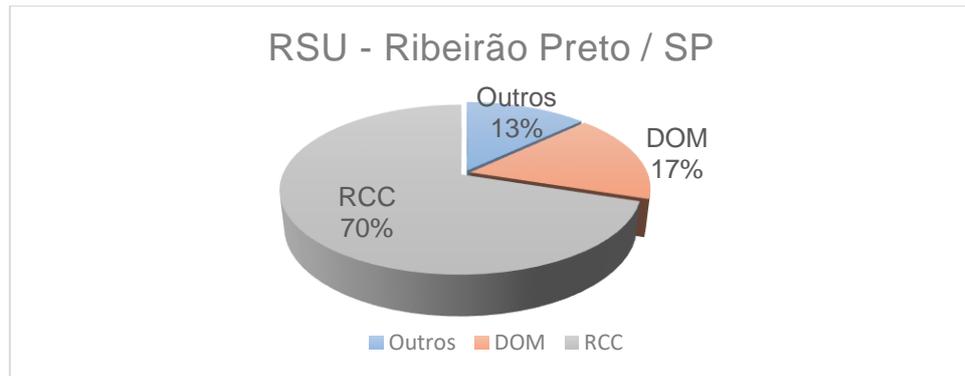
A forma artesanal de construir, datada dos primórdios da humanidade, gera como subproduto resíduos das mais diversas composições (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

A variabilidade dos RCC decorre das diferentes técnicas construtivas aplicadas, que empregam tecnologias e materiais distintos (ANGULO, 2000). A madeira, por exemplo, é um material muito presente nas obras nos Estados Unidos da América e Japão, tendo uma presença menos considerável nas construções brasileiras; o gesso é bastante empregado nas construções americanas e europeias, enquanto que no Brasil esse material ainda é pouco utilizado (PINTO, 1999).

Em um levantamento feito em algumas cidades brasileiras, fica evidente a supremacia das perdas na construção civil que representa uma significativa parcela na composição dos

RSU. Em algumas localidades, os RCC apresentaram participações que ultrapassavam 50% dos RSU, atingindo até 70% do total, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Participação dos RCC na totalidade dos Resíduos Sólidos Urbanos em Ribeirão Preto – SP



Fonte: PINTO, 2005 apud. KARPINSKI et al. (2009, p.33).

Conforme levantamento da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), os municípios brasileiros produziram aproximadamente 45 milhões de toneladas de Resíduos da Construção Civil em 2017, representando 57,69% do total de Resíduos Sólidos Urbanos (ABRELPE, 2017).

2.3.1 Definição e Classificação

Angulo (2000) define como Resíduo da Construção Civil (RCC) todo e qualquer resíduo oriundo da atividade de construção, englobando novas construções, reformas, demolições, resíduos de solo e vegetação.

A Resolução CONAMA n.º 307/2002 traz a seguinte descrição para resíduos da construção civil, no seu Art. 2º:

Resíduos da construção civil: 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. (CONAMA, 2002, p.1).

Mais recentemente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no seu Art. 13, definiu resíduos da construção civil como: “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (PNRS, 2012, p.17).

A classificação dos RCC é feita através da Resolução CONAMA n.º 307/2002 e suas alterações que classifica os resíduos em quatro classes denominadas A, B, C e D (CONAMA, 2002, p.1-2).

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso^{1;2}

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;³

IV - Classe D - são 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 nocivos à saúde.⁴

Apesar do gesso ter sido reclassificado como resíduo Classe B, é necessário que o mesmo seja depositado em um recipiente próprio, não permitindo a sua mistura com os demais resíduos da sua classe ou outras (CABRAL e MOREIRA, 2011).

¹ Alterada pela Resolução CONAMA n.º 431/2011 que excluiu o gesso como material Classe C e o incluiu como Classe B (CONAMA, 2011).

² Redação dada pela Resolução CONAMA n.º 469/2015 (CONAMA, 2015).

³ Redação dada pela Resolução CONAMA n.º 431/2011 (CONAMA, 2011).

⁴ Redação dada pela Resolução CONAMA n.º 348/2004 (CONAMA, 2004).

2.3.2 Geração e Composição

O crescimento do processo de urbanização conduz a uma quantidade de resíduos gerados pelas obras de construção cada vez mais elevada, seja pelas demolições resultantes do processo de renovação urbana ou por novas edificações (CARNEIRO et al., 2001).

Conforme Carneiro et al. (2001), o crescimento populacional constitui uma condição relevante nessa geração, visto que contribui para o aumento da produção dos RCC. Nas atividades de construção, o elevado índice de perdas e a ausência de procedimentos de reuso e reciclagem contribuem para esse aumento.

Para Angulo (2000), os resíduos na construção civil são resultado das perdas físicas. Há também uma parcela das perdas incorporada na forma de espessura.

A geração de RCC pode ser vista como uma consequência das deficiências de planejamento, visto que a falta de delimitação de etapas e atividades ocasiona perdas e desperdícios (MARTINS, 2012).

Karpinski et al., (2009) cita como causa dos altos volumes de resíduos gerados: a não reutilização dos materiais nas obras de reforma, a falta de cultura na reutilização e reciclagem do material e o desconhecimento da potencialidade do resíduo reciclado.

Segundo Marques Neto (2009), para compreender o processo de geração dos resíduos no setor da construção civil é necessário associá-lo a quatro fatores que fazem parte do cotidiano das obras:

- Ausência de gestão dos resíduos nos canteiros de obras;
- Mão de obra despreparada quanto à gestão dos RCC;
- Perdas e desperdícios associados a projetos ineficientes e métodos impróprios;
- Consumo excessivo de recursos naturais por superdimensionamento de serviços.

Cassa et al. (2001), atribuem os altos volumes de RCC gerados à:

- Mão de obra não qualificada;
- Definições e detalhamentos escassos nos projetos complementares;
- Ausência de procedimentos operacionais e mecanismos de controle de execução e operação.

Pinho (2011) relata que para o estudo da composição média dos RCC, devem ser considerados fatores como: o método construtivo utilizado, as técnicas construtivas existentes e os materiais disponíveis para aplicação.

Existe uma grande diversidade de matérias-primas e técnicas construtivas que distinguem os resíduos gerados, principalmente quanto à composição e à quantidade. O desenvolvimento econômico e tecnológico da região, as técnicas de demolição empregadas, e a estação do ano também influenciam na composição dos resíduos (CABRAL e MOREIRA, 2011).

O entulho, nome popular para RCC, é um resíduo heterogêneo, basicamente composto por: concretos, argamassas e rochas; blocos, tijolos, e cerâmicas; solos, areia e argila; asfalto; metais ferrosos e madeiras; outros (CARNEIRO et al., 2001).

Um dos fatores que aumenta a quantidade de RCC nos canteiros de obras são as perdas. As perdas podem advir da superprodução, substituição, deslocamento ou no processamento em si, nos estoques exagerados, no manuseio, pela elaboração de produtos defeituosos e outros, como roubo, vandalismo e acidentes no canteiro de obras (KARPINSKI et al., 2009).

Karpinski et al. (2009) compreende como perda a quantidade de material sobreutilizada em relação às especificações técnicas ou de projeto. Os altos índices de desperdício resultam na redução da disponibilidade futura das matérias-primas e energia, aumentam as demandas do sistema de transporte e geram transtornos nos panoramas urbanos (LEITE, 2001).

Areia, cimento, e argamassa, não necessariamente nesta ordem, são os materiais com os maiores índices de perdas nos canteiros de obras. E a ocorrência de perdas acontece com maior intensidade no estoque e no transporte dos materiais do que durante o processamento (FORMOSO et al., 1996 apud CABRAL e MOREIRA, 2011).

É relativamente baixa, na composição total dos RCC, a presença de resíduos perigosos (classe D), mas esse aspecto não deve ser menosprezado, atribuindo a esta parcela os procedimentos e tratamento adequado (PINTO, 1999).

O Quadro 2 apresenta a composição de RCC de algumas cidades brasileiras. Observa-se que o somatório dos percentuais de concreto, argamassa e material cerâmico, para cada cidade apresentada, corresponde a mais de 60% do total de resíduos gerados. Observa-se um predomínio dos resíduos Classe A passíveis de serem reciclados ou reutilizados como agregado na construção civil.

Quadro 2 - Composição dos RCC de algumas cidades brasileiras

Município	Argamassa (%)	Concreto (%)	Mat. Cer. (%)	Cer. Polida (%)	Rochas e Solos (%)	Outros (%)
São Paulo-SP (1)	25,2	8,2	29,6	-	32	5
Porto Alegre-RS (2)	44,2	18,3	35,6	0,1	1,8	-
Ribeirão Preto-SP (3)	37,4	21,1	20,8	2,5	17,1	0,5
Salvador-BA (4)	53		9	5	27	6
Campina Grande-PB (5)	28	10	34	1	9	18
Maceió-AL (6)	27,82	18,65	48,15	3,06	-	2,32
Fortaleza-CE (7)	38	26	14	13	4	5

Fonte: Adaptado CABRAL e MOREIRA (2011, pg. 15).

(1) BRITO FILHO (1999)

(2) LOVATO (2007)

(3) ZORDAN (1997)

(4) QUADROS; OLIVEIRA (2001)

(5) NÓBREGA (2005)

(6) VIEIRA (2003)

(7) OLIVEIRA et al (2011)

Um estudo de caso mais recente foi realizado em um edifício residencial de alto padrão no município de Rio Verde – GO e comprovou a notoriedade dos resíduos classe A que poderiam ser reaproveitados, por exemplo, em forma de aterros dentro dos canteiros de obras. Dos 2.845 m³ de RCC gerados cerca de 830 m³ (29,2%) era argamassa e 447 m³ (15,8%) de solo/areia. Observou-se ainda que os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tiveram a maior representatividade com 63,5% de todo os resíduos produzidos durante a construção (SILVA; SANTOS; ARAÚJO, 2017).

Cabral e Moreira (2011) destacam algumas ações que podem colaborar para a minimização de perdas nos canteiros de obras:

- Produzir argamassa em conformidade com a área a ser executada no dia;
- Armazenar os blocos e telhas de forma equilibrada sobre *pallets* para evitar danos e facilitar o transporte do material;
- Transportar blocos e sacos de cimento de forma adequada, em carrinhos, de modo a

evitar eventuais quebra de blocos ou rompimento de sacos;

- Armazenar o cimento em local arejado e protegido de intempéries;
- Prevenir cortes de placas cerâmicas, na medida do possível;
- Manter o canteiro de obras limpo e organizado, contribuindo para o desempenho mais cauteloso dos funcionários e reduzindo a ocorrência de acidentes na obra.

De modo a evitar perdas e desperdícios no canteiro de obras, Martins (2012) ressalta que é necessário realizar a gestão e o gerenciamento dos RCC, que pode ser considerado uma habilidade de gerir os diversos recursos da construção civil de modo a reduzir a geração de resíduos, definindo a disposição final dos mesmos e evitando prejuízos ao meio ambiente.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RCC

A construção civil impacta o ambiente ao longo de toda sua cadeia produtiva. Os volumes de matéria-prima para produção de materiais de construção são expressivos. Alguns dos impactos resultantes da atividade econômica são: resíduos, poeira e ruídos (JOHN, 2001).

A atividade de construir requer grandes quantidades de materiais inertes, como a areia e os materiais de formações rochosas. A obtenção de areia, comumente utilizada como agregado fino, pode ser obtida através de extrações aluviais, modificando o perfil do curso de água e o seu equilíbrio, além de introduzir problemas ambientais como alterações em sua hidrologia (BIANCHINI et al., 2005).

A extração de materiais rochosos em área inclinadas também é uma danosa atividade ao meio ambiente, uma vez que altera a paisagem e desencadeia problemas de estabilidade (BIANCHINI et al., 2005).

A produção de materiais de construção, além de extrair recursos naturais, também gera a poluição do ar: poeira e CO₂. A produção em larga escala do cimento Portland libera CO₂, gás causador do efeito estufa. Para cada tonelada de clínquer produzido, mais de 600 kg de CO₂ são gerados. A produção de uma tonelada de cal hidratada cálcica libera aproximadamente 780kg de CO₂. O crescimento da produção mundial do cimento faz com que a sua participação no CO₂ total gerado mundialmente tenha mais que dobrado nos últimos anos (ROZ e MAZONI, 2006; JOHN, 2000).

O macrocomplexo da construção civil é também um grande gerador de poluição ambiental. Poluição sonora e material particulado respirável são observados nos canteiros de obras e no processo de extração de agregados e moagem de matérias-primas (JOHN, 2000).

No Brasil, o consumo de agregados naturais, utilizados na elaboração de concreto e argamassas, é estimado em cerca de 220 milhões de toneladas, expressando uma demanda que varia de 1 a 8 toneladas/habitante/ano. A construção civil é também responsável por consumir cerca de 66% de toda a madeira natural extraída e a maioria das florestas não é manejada adequadamente (ROS e MAZONI, 2006).

Os altos volumes de resíduos, combinados com a atuação desregrada de parte dos geradores, implicam no surgimento de áreas degradadas principalmente em bairros periféricos de menor renda, onde o número de áreas livres é maior. Como resultado, tem-se bota-foras clandestinos ou locais de deposições irregulares que comprometem a estabilidade de encostas e levam a problemas de drenagem urbana (PINTO e GONZÁLEZ, 2005).

Os bota-foras clandestinos surgem, sobretudo, da ação de empresas que se dedicam ao transporte dos resíduos e que descarregam os materiais de forma descontrolada em locais frequentemente impróprios. Enquanto que as deposições irregulares, conforme a Figura 3, resultam de pequenas obras ou reformas realizadas pelas camadas da população que não dispõem de recursos financeiros para a contratação dos agentes coletores formais (PINTO e GONZÁLEZ, 2005).

Figura 3 - Deposição irregular na Região Oeste de Belo Horizonte – MG



Fonte: PINTO e GONZÁLEZ (2005, p. 31).

Para Pinto e González (2005), com frequência, as deposições descontroladas atraem o lançamento clandestino de outros tipos de resíduos não inertes, acelerando a degradação ambiental da área e tornando ainda mais complexa e cara a possibilidade de sua recuperação futura. Ros e Mazoni (2006) compreendem que esse problema gera custos adicionais para o poder público, que deixa de aplicar os recursos em áreas prioritárias para a população.

As deposições irregulares de RCC, assim como o uso irregular das caçambas estacionárias em vias públicas, pode interferir negativamente nas condições do tráfego de pessoas e veículos nos centros urbanos, como revela a Figura 4. Outro efeito do descarte impróprio é o comprometimento dos sistemas de drenagem superficial, pela obstrução das bocas de lobo, provocando riscos de enchentes (MARQUES NETO, 2009).

Figura 4 - Impactos por deposição irregular em Chapecó – SC



Fonte: DETONI e ANSCHAU (2016, p.108).

Outro impacto ambiental é a contribuição para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde humana, tais como roedores, insetos peçonhentos e insetos transmissores de doenças, como a dengue (PINTO, 1999; ROS e MAZONI, 2006).

Assim, John (2001) afirma que “deve-se colocar o aperfeiçoamento da construção civil como prioridade”.

2.5 SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL

No último século, o desenvolvimento global transformou em meta a sustentabilidade humana. As aceleradas mudanças, tanto ambientais quanto tecnológicas e populacionais, ocasionaram um esgotamento da capacidade de resposta normal da sociedade às suas demandas (NICHIOKA, 2008).

Para John (2000), a visão de desenvolvimento sustentável surge como decorrência da percepção sobre o progresso e a preservação ambiental, se perpetuar e até mesmo garantir a sobrevivência da espécie humana.

Segundo Karpinski et al. (2009), desenvolvimento sustentável “é um processo participativo que integra aspectos econômicos, ambientais, culturais, políticos, legais, sociais e técnicos, do ponto de vista coletivo ou individual”.

A sustentabilidade ambiental e social, na gestão dos resíduos sólidos, compõe-se de modelos e sistemas integrados que viabilizam a redução dos resíduos produzidos pela população. Planos que permitam a reutilização de materiais descartados e a reciclagem dos materiais que possam servir de matéria-prima para a indústria diminuem o desperdício e geram renda (GALBIATI, 2005).

Angulo (2000) considera que a reciclagem dos resíduos é um alicerce fundamental para o desenvolvimento sustentável, no entanto, são indispensáveis políticas públicas eficientes que objetivem a sustentabilidade, a minimização dos resíduos, o aumento da durabilidade e da vida útil das edificações.

A Construção Sustentável deve ser amparada no respeito ao Meio Ambiente, sem provocar a extinção dos recursos naturais, promovendo a conservação da matéria-prima para as futuras gerações. Deve empregar materiais ecologicamente corretos e soluções tecnológicas inteligentes como forma de minorar os impactos gerados pelo setor. Deve-se alterar conceitos arraigados, romper mitos e paradigmas, concebendo a cultura de um mundo mais sustentável (NICHIOKA, 2008).

Para o modelo sustentável, é necessário um novo modelo de produção em que se otimize o uso de recursos e minimize a geração de sobras. Além disso, é indispensável uma reestruturação em toda cadeia produtiva da construção civil (JOHN, 2000).

A implicação mais imediata desse modelo de desenvolvimento é a necessidade de se produzir a maior quantidade de bens com a menor quantidade de recursos naturais e a menor poluição possível. Ou seja, o desenvolvimento econômico deverá ser desprendido da geração de impactos ambientais (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

Para Brasileiro e Matos (2015) a sustentabilidade na construção civil “é uma meta distante e difícil de ser alcançada”. Ademais, ressaltam que a implantação de leis e resoluções que demonstram uma fundada preocupação com a gestão dos resíduos é o primeiro passo rumo à sustentabilidade.

3 LEGISLAÇÃO, NORMAS E RESPONSABILIDADES

A falta de gerenciamento dos resíduos da construção civil influencia os centros urbanos nos âmbitos sociais, econômicos e ambientais. Condutas no sentido de afrontar estes problemas tiveram início no final da década de 1980, na Europa, enquanto que, no Brasil, somente no início do século XXI. O Brasil, até o ano de 2002, não apresentava políticas públicas para os resíduos gerados pelo setor da construção civil (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

3.1 RESOLUÇÃO CONAMA N.º 307

A Resolução n.º 307 do CONAMA, de julho de 2002, alterada pelas Resoluções n.º 348/04, n.º 431/11, n.º 448/12 e n.º 469/15, determina a gestão dos RCC no país, com critérios, diretrizes, procedimentos e dá responsabilidades e deveres a serem seguidos pelos municípios quanto ao gerenciamento destes resíduos (SILVA et al., 2015).

A Resolução n.º 307/02 propõe a definição para Resíduos da Construção Civil (RCC) em seu Artigo 2º, inciso I, como citado no item 2.3.1 desse trabalho.

Em agosto de 2004, o CONAMA alterou o Art.3º, inciso IV da Resolução n.º 307, passando a vigorar a Resolução n.º 348 com a seguinte modificação:

IV - Classe D - são 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 nocivos à saúde (CONAMA, 2004, p.1).

Em maio de 2011, a Resolução n.º 431 alterou o Artigo 3º da Resolução 307/2002, incisos II e III, onde se estabelece uma nova classificação para o gesso, passando de Classe C para Classe B.

No ano de 2012, a Resolução n.º 448 alterou os Artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º e revogou os artigos 7º, 12º e 13º.

Em 2015, a Resolução n.º 469 modificou o Art. 3º, inciso II, e incluiu os parágrafos 1º e 2º. Os resíduos Classe B são definidos como:

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso (CONAMA, 2015, p.1).

Assim, a classificação dos RCC em Classe A, B, C ou D fica definida de acordo com o índice 2.3.1.

Para efeito da referida Resolução, no Art. 2º, são adotadas as seguintes definições do CONAMA com relação aos RCC, expostas no Quadro 3:

Quadro 3 - Definições usadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente

(continua)

Nomenclatura	Definição
Geradores	São pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos;
Transportadores	São as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;
Agregado reciclado	É o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;
Gerenciamento de resíduos	É o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;
Reutilização	É o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;
Reciclagem	É o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;
Beneficiamento	É o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

Quadro 3 - Definições usadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente

(conclusão)

Nomenclatura	Definição
Aterro de resíduos Classe A de reservação de materiais para usos futuros	É a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente;

Fonte: CONAMA (2015).

Considerando as peculiaridades e diferenças dos agentes envolvidos na geração, no manejo e destinação dos resíduos oriundos da construção civil, a Resolução CONAMA n.º 307/02 define diretrizes para que os municípios e o Distrito Federal desenvolvam e programem políticas estruturadas e dimensionadas a partir de cada realidade local (KARPINSKI et al., 2009).

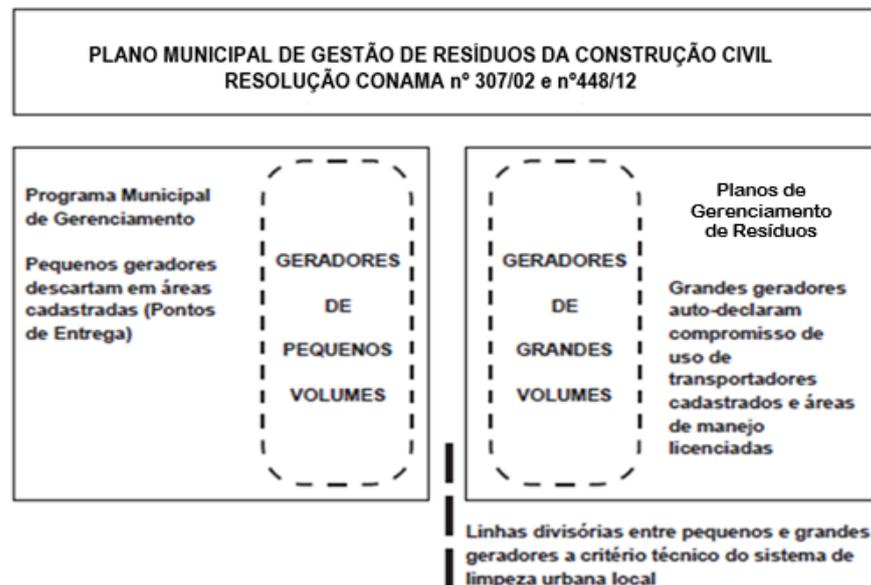
Essas políticas devem assumir a forma de um Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, conforme a Resolução CONAMA n.º 448/12, disciplinador do conjunto dos agentes, incorporando, necessariamente:

- as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores, conforme indicado no esquema da Figura 5 (CONAMA, 2012).
- o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da

área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento (CONAMA, 2012).

- o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos (CONAMA, 2012).
- a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas e o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo (CONAMA, 2012).
- a definição de critérios para o cadastramento de transportadores (CONAMA, 2012).
- as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos, assim como ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação (CONAMA, 2012).

Figura 5 - Plano Municipal de Gestão de RCC



Fonte: Adapt.PINTO e GONZÁLEZ (2005, p.13).

Os grandes geradores de resíduos, deverão elaborar e implementar os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) com o propósito de designar os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos RCC (CONAMA, 2012).

3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os relevantes impactos ambientais da construção civil conduziram à instauração de políticas ambientais em diferentes países (JOHN, 2001). No Brasil, unindo força à Resolução CONAMA n.º 307/02, no ano de 2010, foi sancionada a Lei n.º 12.305 de 02 de agosto de 2010, após longos 21 anos de discussão no Congresso Nacional (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

A Lei se refere à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual define os objetivos, princípios e instrumentos, as responsabilidades dos geradores e do poder público, bem como diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (incluindo os RCC). Também visa o incentivo à reciclagem e à sustentabilidade (CABRAL e MOREIRA, 2011; BRASILEIRO e MATOS, 2015).

A Lei se baseia no princípio de responsabilidade compartilhada (Art.3º - inciso XVII), considerando como responsáveis não só os fabricantes, mas também os importadores, distribuidores, comerciantes e até os consumidores e titulares dos serviços de limpeza urbana ou manejo, pois grande parcela dos problemas ambientais são procedidos de questões sociais e econômicas que acabam por afetar grande parte da sociedade, ou seja, o problema ambiental também é compartilhado. Desta forma, todos os agentes envolvidos na fabricação, distribuição, venda e consumo são responsáveis pelos seus resíduos (CABRAL e MOREIRA, 2011; BRASILEIRO e MATOS, 2015).

O sistema de logística reversa é outro aspecto tratado na PNRS, juntamente com a coleta seletiva, para a implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (CABRAL e MOREIRA, 2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos tem como princípio o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda. Também tem como fundamento a ideia do poluidor-pagador, um artifício para atribuir ao poluidor os custos das medidas adotadas pelo Poder Público para prevenir a poluição (BRASIL, 2012).

A PNRS define seus objetivos no seu Art. 7º. Destacam-se as questões de proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, promovendo um desenvolvimento sustentável. Tem como objetivo a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2012).

O estímulo ao emprego de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços também ganha destaque dentro dos objetos. Para tal, ganha ênfase a adoção e

desenvolvimento de tecnologias limpas; a redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos e a capacitação técnica contínua na área de resíduos sólidos e o incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, que devem ser prioridade nas aquisições e contratações governamentais (BRASIL, 2012).

O plano cria metas importantes para a eliminação e recuperação de lixões associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal (BRASIL, 2012).

Para Brasileiro e Matos (2015), uma das metas mais promissoras da PNRS era o fechamento dos conhecidos “lixões” até o ano de 2014, sendo que a grande maioria dos municípios brasileiros não cumpriram essa determinação.

3.3 POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul é instituída pela Lei n.º 14.528 de 16 de abril de 2014. Conforme Art. 1º, a lei dispõe sobre objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (incluídos os perigosos), às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

3.4.1 Plano Estadual de Resíduos Sólidos

A elaboração de plano estadual de resíduos sólidos, conforme previsto pela Lei n.º 12.305/2010, é a condição para os estados terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos (BRASIL, 2012).

Os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS) são ferramentas da PNRS, Lei Federal n.º 12.305/2010, que permitem aos estados o conhecimento do panorama atual e a elaboração de ações visando atender às metas de curto, médio e longo prazo para a gestão adequada dos resíduos sólidos (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Para atender aos objetivos, ganham destaque as ações necessárias para a efetivação da Educação Ambiental, da coleta seletiva, da inclusão social, do apoio à comercialização de

materiais recicláveis, da compostagem e da destinação adequada de rejeitos (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

O estado do Rio Grande do Sul, através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), firmou com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) o convênio SICONV n.º 764224/2011 para a “Elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul, conforme a Lei 12.305/2010”.

A elaboração do PERS - RS, composto por 10 capítulos, contou com a árdua mobilização e participação de órgãos públicos diretamente envolvidos na temática e dos setores de geração de resíduos sólidos.

No capítulo 1: as tipologias de resíduos sólidos, contempladas no PERS – RS, são apresentadas em oito, classificadas de acordo com a origem de geração.

O capítulo 2 apresenta as ações e os resultados da mobilização social e divulgação realizadas ao longo da elaboração do PERS - RS.

No capítulo 3: é apresentado o diagnóstico atual do estado para as oito tipologias de resíduos contempladas pelo PERS - RS, as áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos sólidos e a situação sobre a responsabilidade compartilhada e logística reversa no estado.

No capítulo 4: é apresentado um estudo orientativo de macrolocalização de áreas potencialmente favoráveis para a destinação adequada de resíduos sólidos no estado.

No capítulo 5: é apresentada a proposta de regionalização para a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Resíduos Sólidos de Saneamento (RSan), Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC), Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSS) e Resíduos Sólidos de Serviços de Transporte (RST).

No capítulo 6: é apresentada a definição do cenário referência para o estado e o prognóstico até o horizonte do plano (20 anos), considerando-se a projeção do crescimento populacional e do crescimento da geração de resíduos das oito categorias.

O Plano, propriamente dito, é apresentado nos últimos quatro capítulos:

- Capítulo 7: diretrizes e estratégias para a gestão dos resíduos sólidos;
- Capítulo 8. metas, programas, projetos e ações para a gestão dos resíduos sólidos;
- Capítulo 9: investimentos necessários e fontes de recursos financeiros;
- Capítulo 10: sistemática de acompanhamento, controle e avaliação da implementação do PERS - RS.

3.4 PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), conforme Art. 5º da Resolução CONAMA n.º 448/12, é uma ferramenta para a efetivação da gestão dos RCC que deve ser concebida pelos Municípios e pelo Distrito Federal. O PMGRCC deve ser elaborado em conformidade com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (CONAMA, 2012).

Conforme Decreto Executivo n.º 146, de 29 de outubro de 2009, Art. 1º, fica aprovado o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil de Santa Maria – RS (PIGRCC), atualmente nomeado de PMGRCC pelo CONAMA. O plano se concentra em estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão sustentável dos resíduos da construção civil gerados no município, em conformação com a Resolução CONAMA n.º 307/02.

Além disso, o plano expõe uma abordagem a nível local acerca dos procedimentos e responsabilidades quanto ao licenciamento de áreas de aterro, recebimento e triagem de resíduos da construção civil e licenciamento da atividade de transporte e disposição final, visando a redução dos impactos ambientais. Também tem por objetivo estabelecer meios para a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo.

3.5 OUTRAS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS A RESPEITO DOS RCC

Em 2004, foram publicadas cinco normas ABNT referentes às áreas de aterro de inertes, áreas de transbordo, áreas de reciclagem, execução de pavimentos com agregados reciclados e requisitos dos agregados reciclados para uso em pavimentos e concreto não estrutural. Além dessas normas, encontra-se também a NBR 10004, que classifica os resíduos sólidos (Quadro 4).

Quadro 4 – Normas Técnicas Brasileiras relacionadas aos RCC

Norma	Descrição
NBR 10004	Resíduos sólidos (classificação)
NBR 15112	RCC e resíduos volumosos - áreas de transbordo e triagem (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15113	RCC e resíduos inertes - aterros (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15114	RCC - áreas para reciclagem (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15115	Agregados reciclados de RCC - execução de camada de pavimentação (procedimentos)
NBR 15116	Agregados reciclados de RCC - utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural (requisitos).
NBR 13221	Transporte terrestre de resíduos - Procedimento
NBR 13463	Coleta de resíduos sólidos - Classificação: Normas Técnicas da Superintendência de Limpeza Urbana.

Fonte: FERNANDEZ (2012, p.13); KARPINSKI et al.(2009, p.53).

4 GESTÃO DOS RCC

A geração de resíduos pelo homem é inevitável, por menor que seja. Assim, é fundamental pensar em alternativas sustentáveis, garantindo um desenvolvimento sustentável (JOHN, 1999).

A destinação mais tradicional dos resíduos, em aterros, não é o mais racional para os RCC, uma vez que abrange espaços que poderiam ser ocupados por resíduos domésticos, colaborando para o esgotamento precipitado dos aterros sanitários (ROS E MOZONI, 2006).

Devido às altas quantidades de entulho gerados pelas obras de construção e reformas, é fundamental num processo de gestão, tecnologias direcionadas à reutilização e à reciclagem desse material associadas a programas de redução de perdas (CARNEIRO et al., 2001).

O conceito de gestão de resíduos sólidos é definido por Schalch et al. (2002, p. 71) como: “atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios”.

No Brasil, algumas prefeituras investiram na implantação de usinas de reciclagem de RCC como alternativa para a gestão desses resíduos. Cidades como Belo Horizonte - MG, São Paulo - SP, Londrina – PR, entre outras, se destacam por desenvolverem programas de reciclagem dos entulhos (CARNEIRO et al., 2001).

As vantagens de introduzir a gestão dos RCC no canteiro de obras são abundantes. Pinto (2001), em seu trabalho, aponta algumas delas, como a criação de um canteiro mais organizado e racional, introduzindo novos comportamentos de todos os envolvidos, e vantagens institucionais.

Na gestão dos RCC, os resíduos deixam de ser um problema e convertem-se em um produto decorrente de uma determinada atividade cujas formas de valorização se findaram, isto é, cujo ciclo de vida chegou ao fim (SILVA, 2008).

Assim, para Pinto (1999), os processos de gestão dos resíduos em canteiro e de especialização no tratamento e reutilização dos RCC vão conformando um respeitável e sólido ramo da Engenharia Civil, atento à necessidade de usar racionalmente os recursos que são finitos e à necessidade de não sobrecarregar a natureza com dejetos indesejáveis.

4.1 GESTÃO CORRETIVA X GESTÃO DIFERENCIADA

Lordêlo, Evangelista e Ferraz (2007) destacam que na grande maioria dos municípios brasileiros, o modelo de gestão dos RCC vigente possui um caráter não preventivo, emergencial, repetitivo e conseqüentemente custoso, denominado Gestão Corretiva.

A Gestão Corretiva é uma prática sem sustentabilidade que se ampara na “inevitabilidade” de surgimento de áreas de deposições irregulares que degradam o meio urbano. Esse modelo de gestão se sustenta enquanto houver a disponibilidade de áreas de aterramento nas proximidades das zonas fortemente geradoras de RCC (PINTO, 1999).

Nesse modelo de gestão, Valença (2008) destaca que parece haver um ciclo vicioso em que os RCC são gerados em todo município; os geradores ou coletores de resíduos transportam os mesmos para a área mais próxima “disponível”; a prefeitura identifica os focos de disposição irregular e realiza uma operação de limpeza de modo a evitar o acúmulo crítico de resíduos.

Outra característica da Gestão Corretiva é o esgotamento dos bota-foras em função da disposição incessante de grandes volumes. Em consequência desse processo sempre emergencial, têm-se impactos significativos em todo o ambiente urbano (PINTO, 1999).

Conforme Pinto (2001), a expressiva geração de resíduos e a amplitude dos impactos por eles provocados evidenciam a necessidade de ruptura com a ineficácia da Gestão Corretiva. A Gestão Diferenciada, por outro lado, surge como um modelo racional, eficaz, menos custoso e sustentável.

Ainda de acordo com o autor, a Gestão Diferenciada dos RCC é composta por uma série de ações que materializam um novo serviço público, tendo em vista: a captação máxima dos resíduos gerados; a reciclagem dos resíduos coletados; a reestruturação de procedimentos e culturas quanto à geração, coleta e disposição dos resíduos.

A Gestão Diferenciada é fundamentada em procedimentos básicos, sendo eles: a facilidade total da disposição dos RCC e outros RSU, a segregação integral dos resíduos coletados e a reciclagem dos resíduos como forma alternativa de destinação (PINTO, 2001).

Schalch et al. (2002) destacam que o compromisso com a gestão dos resíduos é um dever de todos (iniciativa privada, órgãos públicos, segmentos organizados da sociedade civil e outros). No entanto, cabe aos governos federal e estaduais o papel de estabelecer políticas eficazes e compatíveis com a realidade local.

Assim, a Gestão Diferenciada dos RCC é a única forma de dar fim à ineficácia da Gestão Corretiva e à postura ultrapassada dos gestores dos resíduos sólidos, através da

proposição de soluções sustentáveis para espaços urbanos cada vez mais densos e complexos de reger, proporcionando a reconquista da qualidade ambiental do meio urbano (PINTO, 2001).

4.2 POTENCIAL PARA REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM

A Resolução CONAMA n.º 448/2012 estabelece uma hierarquia de ações, onde os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (CONAMA, 2012).

A redução deve ser uma das primeiras operações do processo de gestão. É fundamental prolongar a vida útil dos produtos, evitando assim a produção de resíduos. A adoção de soluções que privilegiem a utilização de menores quantidades de materiais tem menores custos, reduz a poluição devido ao seu processamento e transporte, economiza energia e água e diminui a quantidade de RCC produzidos (SILVA, 2008).

Para Kourmpanis et al. (2008) uma atenção especial deverá ser dada às políticas e medidas para assegurar uma maior reciclagem de entulhos. Os RCC contém uma significativa fração de materiais potencialmente recicláveis e a tecnologia utilizada para a separação e recuperação desses materiais é, em geral, acessível.

No Quadro 5, observa-se que alguns materiais tem grande potencial de serem reaproveitados ou reciclados em detrimento de se tornarem resíduos.

Quadro 5 – Potencial de Reutilização e Reciclagem dos resíduos

Resíduo	Potencial de Prevenção	Potencial de Reutilização	Potencial de Reciclagem	Fração Residual (para destino final)
Inertes	Elevado	Médio	Elevado	Quando contaminado ou misturado
Madeira	Reduzido	Elevado	Elevado	Madeira contaminada com substâncias tóxicas
Metais	Reduzido	Reduzido	Elevado	Quando contaminado ou misturado
Vidro	Reduzido	Reduzido	Elevado	Quando contaminado ou misturado
Papel/ Papelão (embalagens)	Elevado	Médio	Médio	Embalagens contaminadas com substâncias tóxicas
Plástico (embalagens)	Elevado	Médio	Médio	Embalagens contaminadas com substâncias tóxicas

Fonte: CAIXINHAS e CASAGRANDE, 2005 apud. SILVA (2008 pg.11).

Esse último quadro expressa que existem alternativas no ciclo de vida dos materiais antes dos mesmos se tornarem resíduos. A implementação de medidas preventivas em projeto e uma gestão eficiente dos RCC no interior do canteiro de obra permitem praticar uma atividade mais competitiva e sustentável.

4.3 REUTILIZAÇÃO

A reutilização tem por objetivo principal prolongar o ciclo de vida do insumo. Deve ser desenvolvida sempre que os materiais possuam, ainda, grande parte das suas características (por exemplo, a resistência ou a forma) e possam, assim, ser reaproveitadas. Não se pressupõe, porém, que tenha que desempenhar a mesma função (SILVA, 2008).

A reutilização é praticada há séculos no setor da construção civil, no entanto, nem sempre é fomentada a sua aplicação. No passado, quando a disponibilidade de recursos era escassa, a remoção e o aproveitamento de materiais e componentes dos edifícios existentes para aplicação em construções novas era uma prática comum (CHINI; BRUENING, 2003).

A Resolução n.º 307/02 do CONAMA define como reutilização de resíduos o processo de reaplicação do resíduo, sem que ocorra sua transformação.

Com essa operação, obtém-se uma economia de custo, não só pelo aproveitamento dos materiais já existentes, mas também pelo menor consumo de recursos naturais (SILVA, 2008).

Chini e Bruening (2003) ressaltam que a reutilização imediata dos materiais permite que os mesmos mantenham seu valor econômico atual. Muitos materiais possuem o potencial de serem reutilizados, entre eles se destacam a madeira, blocos cerâmicos e plásticos.

A madeira, por exemplo, se não estiver suja ou danificada, tem alto potencial de ser reutilizada na obra. Na hipótese de não ser possível sua reutilização na obra, pode ser utilizada na fabricação de papel e papelão ou então empregue como combustível (CABRAL e MOREIRA, 2011).

4.4 RECICLAGEM

A reciclagem permite a transformação de materiais perdidos em novos produtos ou em matéria-prima. O processo privilegia a conservação dos produtos em detrimento do seu encaminhamento para aterros (SILVA, 2008).

A reciclagem dos RCC é uma solução para os problemas gerados pelos resíduos e deve ser um artifício de políticas públicas, que tem como objetivo o desenvolvimento sustentável. As diversas frações de materiais que compõem os RCC podem ser recicladas. Frações metálicas podem ser recicladas como metais, enquanto plásticos também podem ser reciclados como plásticos. A fração inorgânica não-metálica pode ser reciclada como agregados para uso futuro na construção civil (ANGULO, 2000).

Brasileiro e Matos (2015) destacam que os RCC servem de matéria-prima para agregados de excelente qualidade, que podem ser utilizados na produção de uma ampla variedade de materiais construtivos, tais como confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa de revestimento, camadas de base e sub-base, pavimentos, entre outros.

Para John (2000), uma das mais visíveis contribuições ambientais da reciclagem é a preservação dos recursos naturais, estendendo a vida útil das reservas naturais e reduzindo os efeitos sobre o ecossistema. A incorporação de resíduos nos processos construtivos, regularmente, permite a redução da poluição gerada.

Além da redução da exploração das jazidas minerais para extração de matéria-prima e da economia com custos de transporte, a reciclagem dos RCC contribui para a ampliação da vida útil das áreas de deposição, sendo elas normalmente aterros (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

Cabe destacar também que a reciclagem dos RCC viabiliza a inserção de novos materiais de construção de baixo custo junto ao mercado consumidor, permitindo acesso às classes menos favorecidas da população (MARTINS, 2012).

As características dos agregados reciclados confirmam seu alto potencial de utilização para a produção de materiais de construção. A fração graúda dos RCC pode ser usada na produção de camadas de pavimentos e concreto não-estrutural, enquanto que a fração fina pode ser utilizada em camadas de pavimentos, argamassas, tijolos e blocos de concreto (CARNEIRO et al., 2001).

Uma das alternativas mais aceitas no meio técnico, por possuir estudos mais avançados, é o emprego do agregado de RCC misturado ao solo na constituição das camadas de base, sub-base e revestimentos primários de pavimentos (CABRAL E MOREIRA, 2011). O agregado reciclado apresenta propriedades que o tornam tecnicamente viável para ser empregado na pavimentação. É considerado um material não plástico, podendo ser utilizado em locais com presença de água (CARNEIRO, BURGOS, e ALBERTE, 2001).

5. GERENCIAMENTO DOS RCC

O gerenciamento dos resíduos da construção civil é um instrumento definido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Resolução CONAMA n.º 307/2002 e que objetiva a correta logística dos resíduos gerados nos canteiros de obras.

Conforme Silva et al. (2015), é do estudo prévio dos resíduos gerados no canteiro que se definem as etapas de acondicionamento, transporte e tratamento e destinação final, levando-se em conta os critérios e diretrizes da legislação pertinentes. O autor também destaca que a educação ambiental nos canteiros de obras é fundamental para contribuir para a adequada execução do que foi planejado, além de proporcionar um desenvolvimento social aos envolvidos.

Acrescentando, Martins (2012) relata que toda obra deve possuir o máximo de organização, a fim de que todas etapas sejam executadas de forma eficiente e eficaz. Considerando que o objetivo do gerenciamento dos RCC é reduzir, reutilizar ou reciclar os rejeitos, incluindo efetuar o planejamento, definir responsabilidade, práticas e procedimentos, os projetos executivos devem ser compatibilizados e os profissionais envolvidos na elaboração dos projetos devem ter em mente um modelo de produção mais limpo.

A questão de perdas, tanto de materiais quanto de mão-de-obra, está diretamente associada à organização, limpeza e à segregação de resíduos. Ao promover uma adequada limpeza e segregação dos RCC, consegue-se reduzir expressivamente os índices de perda no canteiro, uma vez que é evitada a mistura entre os insumos e os resíduos, impedindo que materiais novos sejam descartados como rejeitos. Poderá haver o reaproveitamento dos resíduos antes do descarte, os RCC a serem descartados serão quantificados e qualificados o que poderá colaborar na identificação de possíveis focos de desperdício (LORDÉLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

O gerenciamento de resíduos da construção civil é definido pela Resolução CONAMA n.º 448/2012, que alterou a Resolução CONAMA n.º 307/2002, como:

[...] 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. (CONAMA, 2012, p.1).

A Resolução CONAMA n.º 448/2012 também determinou que o gerador deve ser responsável pelo gerenciamento de seus resíduos. Essa determinação representou um

importante marco legal, apontando responsabilidade e estipulando a segregação dos RCC na fonte geradora em conformação com suas classes.

Para melhor gerenciar os RCC, a Resolução CONAMA n.º 307/2002 dividiu o processo de gerenciamento em cinco etapas: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação.

I - Caracterização: o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

Para se propor um apropriado gerenciamento dos RCC é necessária caracterização prévia dos resíduos a serem gerados na construção (SILVA et al., 2015).

II - Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, na origem ou nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no Art. 3º da Resolução CONAMA n.º 307/2002;

Segundo Cabral e Moreira (2011), essa é a uma etapa muito importante no processo de gerenciamento dos RCC. É fundamental para a separação das diversas classes de resíduos produzidos. Se bem executada, permite a máxima reciclagem dos RCC e contribui para a limpeza e organização do canteiro. Pode-se utilizar a mão de obra previamente treinada para efetuar a segregação do RCC ainda no canteiro de obras e logo após sua geração.

Um bom planejamento dos empreendimentos procedido por gerenciamento e controle adequado da obra pressupõe separação dos resíduos na fonte, afirma Martins (2012). Ainda segundo a autora, a separação dos RCC, durante o processo construtivo, é fundamental para viabilizar a implementação de práticas como a reciclagem e o reuso. Caso isso não se proceda, alguns problemas poderão ser gerados nas obras, como gastos com transporte, aluguel de caçambas, disposição final em aterros de RCC, além de prejuízos causados pela perda de materiais novos.

Nessa etapa, deve-se prever triagem dos resíduos segundo suas diferentes classes, e reservar aqueles resíduos que demandam uma separação exclusiva. A segregação na obra é essencial, pois facilita as etapas subsequentes, retirando a necessidade de uma triagem futura e mais onerosa. Há, também, um ganho de tempo no envio dos RCC aos seus tratamentos e destinação final dos rejeitos (SILVA et al., 2015).

Silva et al. (2015) recomendam que os Resíduos Classe A sejam segregados dos demais. Com relação aos Resíduos Classe B sugere-se que sejam separados pelo tipo de resíduo, devido ao fato de que empresas diferentes são necessárias para o tratamento e destinação final adequada, fica incluído nessa classificação o gesso.

Os autores ainda recomendam que os Resíduos Classe C, embora não haja exemplos pela Resolução CONAMA n.º 307/2002, sejam segregados dos demais. Quanto aos Resíduos

Perigosos Classe D, deve-se separá-los dos resíduos não perigosos, de modo a evitar a contaminação, bem como para que não haja o comprometimento de processos, como a reciclagem e eventuais reutilizações.

III - **Acondicionamento**: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando condições de reutilização e de reciclagem;

Cabral e Moreira (2011), em seu Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil, dividem essa etapa em duas: primeiro, deve-se dispor os RCC, já segregados provisoriamente, em recipientes específicos para cada classe e finalidade e, em um segundo momento, encaminhá-los para o armazenamento final.

Para o correto acondicionamento é necessária a sinalização do tipo de resíduo por meio de adesivo com indicação da cor padronizada, adotado na identificação de coletores e transportadores, segundo a Resolução CONAMA n.º 275, de 25 de abril de 2001 (CABRAL e MOREIRA, 2011).

O acondicionamento deve assegurar, conforme planejado na etapa de segregação, a separação dos diferentes resíduos, bem como facilitar o transporte do canteiro de obras para encaminhamento ao tratamento e destinação final (SILVA et al., 2015).

Inicialmente, os resíduos devem ser acondicionados no próprio local de geração. Materiais como plásticos, madeiras, papéis e metais de pequenas dimensões devem ser acondicionados em bombonas plásticas de 50 litros (Figura 16) ou outro recipiente resistente devidamente identificado (SOUZA, 2007).

Figura 6- Bombonas para acondicionamento inicial dos resíduos



Fonte: SOUZA (2007, p.31).

Em um segundo momento deve-se proceder o acondicionamento final dos resíduos, facilitando sua retirada do canteiro de obras e sua destinação final. Durante essa etapa, deve-se garantir que os resíduos continuem segregados. Nessa etapa podem ser utilizados *big bags*, baias, caçambas estacionárias, entre outros (SOUZA, 2007).

- *Big bags*

Os *big bags* servem para o acondicionamento de papéis, plásticos e outros materiais leves. O tamanho recomendado para os *bags* é de 90 x 90 x 120 cm e devem ser alocados em local coberto e protegido da chuva (SOUZA, 2007).

O *bag* deve estar apoiado no chão com o auxílio de um suporte, que pode ser metálico ou em madeira. O autor ainda recomenda o uso de dobradiças na parte frontal do suporte, de modo a facilitar a retirada do *bag*, conforme Figura 7.

Figura 7 - Suportes para *Bags* em Metal e Madeira



Fonte: SOUZA (2007, pg. 32).

- *Baias*

As baias são comumente utilizadas para o acondicionamento dos resíduos pesados, como os de metal, madeira e classe A e suas dimensões devem ser adequadas ao peso e ao volume dos resíduos a acondicionar (LORDÊLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

Conforme a produção de RCC de cada obra, deve ser determinado o número de baias, assim como o tipo e suas dimensões. As baias devem ser previamente identificadas e podem ser móveis ou fixas, conforme Figura 8 (SOUZA, 2007).

As baias do tipo fixas normalmente são firmadas no chão, sendo as laterais fechadas e a parte frontal aberta, para simplificar a colocação e retirada dos resíduos. Essas baias podem ser concebidas com barrotes de madeira e tábuas, delimitando o local para colocação dos resíduos (LORDÊLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

Figura 8 - Baias fixas para resíduos



Fonte: SOUZA (2007, p. 33).

- Caçambas estacionárias

As caçambas são dispositivos que possuem normalmente capacidade de 4,5 a 5,5 m³. São usadas, na maioria dos casos, para acondicionamento de resíduos de madeira e/ou classe A. Seu emprego deve ser determinado de acordo com a necessidade de cada obra. A Figura 9 apresenta o tipo de caçamba utilizada em Recife - PE (SOUZA, 2007).

Figura 9 – Caçamba estacionária



Fonte: SOUZA (2007, p. 33)

IV - Transporte: deverá ser realizado de acordo com as normas técnicas vigentes;

Além do acondicionamento inicial e final, é preciso atentar à forma como os RCC serão transportados no canteiro. O transporte interno pode ser realizado utilizando-se dos meios convencionais e disponíveis no canteiro de obras (LORDÊLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

O deslocamento dos resíduos no interior da obra pode ser horizontal, por meio de carrinhos-de-mão e giricas, ou vertical, utilizando tubos condutores de entulho ou elevadores de carga. O transporte externo deve ser realizado por empresas de coleta de RCC contratadas pela construtora e devem ser cadastradas e credenciadas pelo órgão municipal fiscalizador (CABRAL e MOREIRA, 2011).

Silva et al. (2015) destacam que é fundamental implementar uma logística para o transporte, provendo acessos adequados, horários e controle de entrada e saída dos veículos que irão retirar os resíduos devidamente acondicionados, de modo a eliminar o acúmulo excessivo de resíduos, melhorando a organização do canteiro de obras.

V – Tratamento e destinação final: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA n.º 307/2002.

De acordo com González e Ramires (2005), anteriormente à Resolução CONAMA n.º 307, bastava remover os RCC para um depósito, com pequeno controle do conteúdo das cargas. Atualmente, existe um controle mais rígido quanto à correta disposição dos resíduos, gerando custos, os quais excedem o do simples transporte para os locais de disposição

irregulares. Conforme a Resolução CONAMA n.º 307/2002, os geradores são responsáveis pela destinação final dos resíduos quando não forem viáveis o reuso ou reciclagem dos resíduos na própria obra (LORDÊLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

O tratamento dos resíduos visa trazer benefícios através de ações corretivas, como a valorização dos RCC e os introduzindo novamente na cadeia produtiva. Além disso, pode trazer ganhos ambientais, aumento da vida útil de operação dos locais de disposição final e a geração de emprego e renda (SILVA et al., 2015).

O CONAMA ainda estabelece o tratamento e a disposição ambientalmente correta dos resíduos, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e ao meio ambiente, de acordo com a classe a que pertencem (SILVA et al., 2015).

- Classe A

A Resolução CONAMA n.º 307/2002 prevê que os resíduos Classe A sejam enviados até áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT), local onde transcorre a triagem, o armazenamento momentâneo, a transformação ou a remoção para destinação adequada. Além disso, podem ser enviados a aterros de resíduos Classe A de reservação de material para usos futuros (SILVA et al., 2015).

- Classe B

Os resíduos Classe B deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo organizados de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura (CONAMA, 2012).

- Classe C

Deverão ser armazenados, transportados e receber a destinação adequada em conformidade com normas técnicas específicas (CONAMA, 2012).

Os resíduos Classe C, conforme o Conselho Nacional do Meio Ambiente, não possuem alternativas de reciclagem ou reutilização viáveis até o momento. Podem ser encaminhados a aterros industriais para resíduos não perigosos e não inertes (SILVA et al., 2015).

- Classe D

Deverão ser armazenados, transportados e receber destinação adequada em conformidade com normas técnicas específicas (CONAMA, 2012).

Os resíduos Classe D (perigosos) devem ser conduzidos para aterros industriais, que têm tecnologia para minimizar os danos ambientais do resíduo (SILVA et al., 2015).

5.1 GERENCIAMENTO NA PRÁTICA

Souza (2007) estudou a implantação de um Sistema de Gerenciamento de Resíduos (SGR) em uma amostra constituída por sete canteiros de obra de edifícios residenciais na cidade de Recife - PE. Em um primeiro momento, foi realizado um levantamento das características dos empreendimentos, de modo a caracterizar a amostra. O Quadro 6 apresenta as características dos edifícios a serem estudados.

Quadro 6- Caracterização dos Empreendimentos

Características	Obra A	Obra B	Obra C	Obra D	Obra E	Obra F	Obra G
N° de Pavimento - tipo	25	21	25	12	22	31	20
Padrão construtivo	Alto	Médio	Médio	Médio	Médio	Alto	Alto
Área construída nos aptos.	150m ²	90m ²	90m ²	120m ²	105m ²	148m ²	220m ²

Fonte: SOUZA (2007, p. 53)

Os projetos de gerenciamento de resíduos foram feitos para cada empresa participante, respeitando a realidade local de cada obra. Para que o SGR fosse implantado da mesma forma em todos os canteiros, adotaram-se três etapas. Inicialmente, foi elaborado o planejamento, seguido das etapas de implantação e de monitoramento das atividades nos sete canteiros de obras que aderiram à proposta de execução do SGR.

Nos projetos, foram registrados de forma detalhada todos os resíduos a serem monitorados em cada canteiro, bem como as formas a serem adotadas para realizar o

acondicionamento adequado dos RCC. Também ficaram definidas as formas de transporte dos resíduos dentro e fora do canteiro de obras.

Após a etapa da implantação, foram realizadas visitas mensais, de modo a verificar o cumprimento das recomendações estabelecidas no sistema de gerenciamento de resíduos. Em cada visita foram avaliados: a limpeza nos pavimentos, a segregação dos resíduos no acondicionamento inicial, a segregação dos resíduos no acondicionamento final e a destinação compromissada dos resíduos.

Nas visitas iniciais o autor observou que a maioria das empresas não realizavam nenhum tipo de segregação dos resíduos gerados. Constatou-se também o quanto era importante a colocação de dispositivos para recepção temporária dos RCC nos pavimentos dos edifícios em construção, sendo tolerado no máximo a alternância de um pavimento sem dispositivo, para o melhor resultado no gerenciamento dos resíduos.

- Obra A

Uma das obras que ganhou destaque no estudo foi a Obra A, um edifício multipisos de 25 pavimentos. Anteriormente ao SGR, Souza (2007) observou que não era realizada a segregação dos resíduos. Com o estudo, a empresa adquiriu bombonas e adesivos de sinalização e marcação dos pisos para armazenamento temporário dos RCC. Assim, os resíduos que anteriormente eram colocados em diversos pontos do pavimento sem separação, passaram a ser depositados separados e em locais determinados.

A Figura 10 mostra os resíduos não segregados e dispersos pelo canteiro antes da implantação do SGR, enquanto que a Figura 11 mostra a fase de implantação do SGR com as bombonas com sacos de rafia no interior do edifício em local de fácil acesso, sem obstrução da passagem e devidamente sinalizada.

Figura 10 - Situação inicial dos resíduos antes da implantação do SGR na obra A



Fonte: SOUZA (2007, p. 75).

Figura 11 - Acondicionamento inicial dos resíduos após a implantação do SGR na obra A



Fonte: SOUZA (2007, p. 75).

A avaliação inicial no quesito limpeza da obra era de 8,0. Após a implantação do SGR, a nota subiu para 9,8. Com o gerenciamento, o autor notou uma grande melhora na organização do canteiro, principalmente, nas áreas de circulação, escadas e corredores. A limpeza das áreas de uso comum proporcionou um ambiente salubre e acabou reduzindo os

riscos de acidentes de trabalho no canteiro de obras. As figuras 12 e 13, abaixo, mostram a situação da obra em relação à limpeza antes e depois do SGR.

Figura 12 - Trecho da escada da Obra A: situação inicial antes da aplicação do SGR



Fonte: SOUZA (2007, p. 57).

Figura 13 - Trecho da escada da Obra A: situação final após a aplicação do SGR



Fonte: SOUZA (2007, p. 57).

Nos pavimentos, Souza (2007) constatou uma falta de limpeza imediata após a execução dos diversos serviços, fossem eles pequenos ou grandes. Depois da implantação do

SGR, os pavimentos passaram a ser limpos imediatamente após a execução do serviço, como apresenta a Figura 14.

Figura 14 - Assentamento de tijolos: situação antes e após a implantação do SGR



Fonte: SOUZA (2007, p. 58).

Em relação ao acondicionamento final dos RCC na obra, o autor observou que os resíduos deixavam o canteiro de obras sem qualquer tipo de segregação no interior das caçambas estacionárias, como ilustra a Figura 15.

Figura 15 - Detalhe da caçamba com RCC misturados antes da implantação do SGR, na obra A



Fonte: SOUZA (2007, p.86).

Após a introdução do SGR, foram construídas baias cobertas e sinalizadas com cartazes nas cores representativas para cada tipo de resíduo. Como resultado, obteve-se uma melhora na segregação dos resíduos. A Figura 16 apresenta uma caçamba estacionária contendo exclusivamente resíduos classe A, e não mais resíduos de diversas classes, um cenário muito diferente do apresentado no primeiro momento (SOUZA, 2007).

Figura 16 - Caçamba com RCC depois da implantação do SGR, na obra A



Fonte: SOUZA (2007, p.87).

- Obra C

Outra obra que ganhou destaque no estudo foi a denominada C, um empreendimento de padrão construtivo médio. Souza (2007) observou que o canteiro de obras possuía uma limpeza razoável anteriormente à implantação do SGR. No entanto, após a execução de alguns serviços, o pavimento passava longos períodos sem a limpeza adequada do local, como é possível observar na Figura 17.

Figura 17 - Trecho do corredor com RCC obstruindo parte da circulação da Obra C: situação inicial antes da implantação da limpeza



Fonte: SOUZA (2007, p.62)

Na obra, o autor observou uma grande geração de resíduos de gesso espalhado pela laje do pavimento (Figura 18). Segundo pesquisa realizada com os funcionários do canteiro, os grandes volumes de resíduos de gesso ocorriam pela combinação de diversos fatores, como mão-de-obra desqualificada, pagamento do serviço por produção e baixo valor do produto.

Figura 18 - Resíduos de gesso sobre a laje: situação anterior à implantação do SGR



Fonte: SOUZA (2007, p.63).

Com a inserção do SGR proposto, as limpezas passaram a ser feitas sistematicamente após cada serviço, ao final do dia de serviço. Na Figura 19, é possível observar a melhoria nas áreas da edificação, mostrando um pavimento ainda com serviços de execução, porém, limpo (SOUZA, 2007).

Figura 19 - Pavimento ainda com serviços em execução da Obra C: situação final após a implantação da limpeza (SGR)



Fonte: SOUZA (2007, p.63).

Um diferencial observado na obra C foi a ação proativa adotada pela administração do canteiro, como a distribuição de placas informativas no canteiro de obras. A sinalização, conforme a Figura 20, trazia lembretes para a atenção de todos os funcionários de que existia um Sistema de Gestão de Resíduos em vigor, e que a empresa precisava da colaboração de todos para que funcionasse.

Figura 20 - Sinalização por placa educativa incentivando a limpeza no canteiro de obra C



Fonte: SOUZA (2007, p.65).

Na obra C foram obtidos todos os dispositivos de segregação inicial (Figura 21) e adaptou-se um dispositivo para descarte de papel e papelão. A obra implantou, com empenho, o acondicionamento inicial e alcançou bons resultados, apesar de algumas falhas comuns, como a deposição de resíduos de uma classe em um dispositivo destinado para outra. Os resíduos de gesso eram segregados dos outros RCC e armazenados nos próprios sacos originais. Já os resíduos classe A eram depositados temporariamente nas marcações delimitadas nos pisos de cada pavimento (SOUZA, 2007).

Figura 21 - Alocação das bombonas nos pavimentos alternados na obra C



Fonte: SOUZA (2007, p.78).

Em relação ao acondicionamento final na obra C, Souza (2007) constatou que não era realizada a segregação dos RCC anteriormente ao SGR. Todos resíduos eram depositados conjuntamente na caçamba estacionária. Após o estabelecimento do sistema, ainda chegavam resíduos de outras classes, porém, em menores quantidades. Essa mudança pode ser observada através das Figuras 22 e 23.

Figura 22 - Caçamba contendo RCC sem segregação, antes da implantação do SGR, na obra C



Fonte: SOUZA (2007, p.90).

Figura 23 - Caçamba com pequenas quantidades de resíduos de outra classe, após a implantação do SGR na obra C



Fonte: SOUZA (2007, P.90).

Após sete meses de estudos, Souza (2007) concluiu que os canteiros de obras que obtiveram os melhores resultados foram aqueles cuja equipe empenhou-se em realmente seguir os requisitos e exigências do SGR proposto. A prática de limpeza imediata da área de trabalho pelo trabalhador acabou sendo incorporada na maioria dos canteiros de obra monitorados, na medida em que se percebeu, nessa prática, a importância em relação à boa aparência da obra. Essa prática de limpeza também facilitou identificar a geração excessiva e

localizada desses resíduos, numa situação mais visível, tendo em vista que os resíduos de serviços anteriores passaram a ser rapidamente retirados do local.

Como benefício da introdução do Sistema de Gerenciamento de Resíduos, o autor obteve menor geração de resíduos e economia no número de caçambas contratadas na obra. Além disso, com o SGR, os canteiros passaram a ser mais organizados, evitando possíveis acidentes de trabalho e melhorando a aparência dos canteiros.

6 METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso foi estruturado em duas etapas. A primeira etapa do trabalho é considerada exploratória-descritiva, dedicada à obtenção de conhecimentos, explicações e fundamentos teóricos como forma de elaborar a revisão bibliográfica.

A metodologia iniciou-se com um levantamento bibliográfico sobre os resíduos da construção civil, conjuntamente com sua gestão e gerenciamento. Além disso, buscou-se demonstrar como os resíduos sólidos são classificados na construção civil, relacionando-os com as legislações vigentes. De forma geral, para que fosse possível desenvolver o estudo, foram realizadas consultas a teses, livros, artigos, legislações e normas técnicas brasileiras.

A segunda etapa consiste em uma pesquisa de caráter qualitativo. Conforme Silveira e Córdova (2009, p.32) a pesquisa qualitativa preocupa-se com “aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”. Assim, a informação coletada pelo pesquisador não é expressa em números, ou então os números e as conclusões neles baseadas representam pouca relevância na análise final (DALFOVO, LANA e SILVEIRA, 2008).

O recurso utilizado para verificar as estratégias e ações relacionadas à gestão e ao gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC), na cidade de Santa Maria - RS, consistiu na elaboração de um questionário. Com o intuito de analisar a percepção de cada uma das empresas pesquisadas, foram desenvolvidas 12 questões abertas, conforme apêndice A. Finalmente, a partir das informações coletadas, foi realizada uma análise comparativa, a fim de que sejam obtidos os elementos necessários para discorrer sobre o tema proposto.

Como forma de garantir o sigilo da pesquisa, foi elaborado e aplicado o termo de consentimento livre e esclarecido, onde foi apresentada a garantia da utilização dos dados somente para fins acadêmicos e sem a identificação dos voluntários. O documento pode ser consultado no apêndice B.

Participaram da pesquisa 4 empresas de grande relevância no setor da construção civil, representadas por seus responsáveis técnicos, engenheiros e arquitetos. De forma a preservar as identidades das construtoras, as mesmas foram denominadas no estudo como: Construtora A, Construtora B, Construtora C e Construtora D.

A área de referência para o presente trabalho foi a cidade de Santa Maria – RS, um município considerado de médio porte e de grande influência na região central do Rio Grande do Sul. O município é conhecido como Santa Maria da Boca do Monte, devido à sua posição

geográfica, em uma região cercada por morros. Localizada a 293km da capital Porto Alegre é a quinta cidade mais populosa do estado. O município é reconhecido como a cidade universitária no Coração do Rio Grande, onde o mercado de construção civil é uma das principais atividades econômicas.

De acordo com o Censo 2010, realizado pelo IBGE, o município possui uma área total de 1.781,5 km², com uma população de 261.031 habitantes, sendo que cerca de 95% vive na área urbana e 5% vive na área rural.

7. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

- **Construtora A**

A Construtora A está desde 2011 no mercado da construção civil, na região central de Santa Maria - RS, destaca-se por estar entre as mais completas empresas de engenharia civil do estado. A empresa atua nas áreas de projetos, gerenciamento e construção de empreendimentos imobiliários e oferecendo soluções integradas de arquitetura e engenharia. A filosofia organizacional da construtora é o primor pela qualidade e pela realização de projetos inovadores com alto padrão de execução.

A construtora trabalha com empreendimentos de médio padrão, com apartamentos de um ou dois dormitórios e já possui mais de 60 obras entregues. Atualmente, possui cinco obras em andamento na cidade.

- **Construtora B**

A Construtora B iniciou suas atividades em maio de 2011, focada na construção de prédios residenciais multifamiliares, a empresa prima pela qualidade e credibilidade de suas obras.

Possui atualmente quatro obras em execução, sendo três multifamiliares e uma obra totalmente comercial, totalizando cerca de 40.000m² de área de edificações. Os novos prédios são de padrão médio e alto e estão sendo construídos com sistema de laje nervurada, o que permitiu reduzir o consumo de madeira em seus diversos níveis, chegando à uma economia de 95%, o que vai ao encontro da busca pela sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

- **Construtora C**

A Construtora C teve a sua primeira obra na cidade de Santa Maria – RS datada de 2003, tendo como foco principal para o empreendimento a proteção da água. A empresa desenvolve empreendimentos com qualidades que a diferenciam diante dos comuns, uma vez que todos seus empreendimentos possuem caráter sustentável.

Até o presente momento a empresa já possui oito edifícios multifamiliares construídos na cidade. Atualmente possui quatro empreendimentos em andamento, sendo um comercial e três

multifamiliares de alto e médio padrão. A empresa acredita no aprimoramento das técnicas construtivas como forma de melhorar a qualidade das obras.

- **Construtora D**

A Construtora D está no mercado da construção civil santa-mariense desde 1994. Em 25 anos de história, a empresa apresenta um portfólio de empreendimentos de personalidade, identificados com o público e com o mercado, somando 12 edifícios residenciais erguidos e entregues. A empresa busca inovar para se diferenciar, seja pelo desenvolvimento de projetos arrojados, seja pela autenticidade de seus empreendimentos ou ainda pelas modernas soluções construtivas.

No momento a empresa está realizando a construção de quatro edifícios totalizando uma área total construída de 62.546,56m². A construtora trabalha com empreendimentos de alto padrão, com apartamentos de 1 ou 2 dormitórios.

7.2 DADOS COLETADOS

Nesta seção estão apresentados os dados obtidos no questionário realizado em quatro empresas do setor da construção civil, no qual verificou-se fatores relacionados ao gerenciamento e à gestão dos RCC.

Quadro 7 - Questão 1

Questão aberta	Empresa	Resposta
A construtora conhece e aplica a Resolução CONAMA n.º 307/02 em seus empreendimentos?	Construtora A	A construtora conhece e busca aplicar a Resolução n.º 307/02.
	Construtora B	A empresa conhece a Resolução, porém ainda não a aplica em sua totalidade.
	Construtora C	A empresa conhece e aplica a Resolução n.º 307/02.
	Construtora D	A empresa conhece e aplica a Resolução n.º 307/02.

Fonte: Elaboração própria.

Entre as construtoras pesquisadas, como é possível observar no Quadro 7, todas responderam que possuem conhecimento acerca da Resolução. No entanto quando

questionadas se aplicavam a mesma, as empresas A, C e D afirmaram aplicar a Resolução, enquanto que a empresa B afirmou que não a aplica em sua totalidade. Todas empresas afirmaram separar seus resíduos conforme as diferentes classes e gerenciá-los da melhor maneira possível.

Notou-se que, apesar de a Resolução CONAMA n.º 307 estar em vigor desde 2002, ainda existem muitas dúvidas nas construtoras a respeito do seu conteúdo. O objetivo principal dessa normativa é evitar o consumo excessivo dos recursos naturais tendo como base reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos, mas na impossibilidade de se conseguir esse feito, os geradores têm como obrigação gerenciar todo resíduo produzido da forma mais ecologicamente correta.

Conforme Sá, Malheiros e Santana (2018), as empresas da construção civil devem seguir a Resolução, uma vez que de acordo com o Art. 2º, se encaixam como geradores, todas as pessoas jurídicas ou físicas, públicas ou privadas, que são responsáveis pelas atividades e empreendimentos que gerem resíduos. Assim, depreende-se que existe a necessidade de as construtoras buscarem mais informações sobre as legislações que abordem os resíduos.

Quadro 8 - Questão 2

Questão aberta	Empresa	Resposta
A empresa costuma elaborar Planos de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil em suas obras?	Construtora A	A empresa elabora Planos de Gerenciamento de Resíduos em seus empreendimentos. No entanto, os mesmos nem sempre são seguidos em sua totalidade.
	Construtora B	A empresa não possui até o momento Planos de Gerenciamento de Resíduos em seus empreendimentos. Porém, afirma que os mesmos serão implantados nas obras futuras.
	Construtora C	São elaborados Planos de Gerenciamento de Resíduos para todas as obras, a própria empresa com o auxílio do Engenheiro de Produção elabora os mesmos.
	Construtora D	As obras da empresa possuem Planos de Gerenciamento de Resíduos, os mesmos são concebidos por uma empresa terceirizada.

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados, conforme as respostas acima, demonstram que as empresas procuram elaborar Planos de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC) em seus

empreendimentos, com exceção da empresa B que afirmou que não elabora, indo em contrapartida com a PNRS. Entretanto como citou o responsável pela empresa A, nem sempre os mesmos são seguidos à risca.

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012), a elaboração e a implementação do PGRCC são obrigatórias para as empresas da construção civil consideradas grandes geradores de resíduos. De acordo com o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil de Santa Maria – RS datado de 2009, os empreendimentos que encaminharem projetos para execução de obra, reforma, reforma e ampliação e demolição devem apresentar o PGRCC aprovado pela Secretaria Municipal de Proteção Ambiental (SMPA) ou declaração simplificada.

De acordo com Ros e Mazoni (2006, p. 38), “o PGRCC de uma obra precisa estar integrado à estrutura organizacional da empresa, e, portanto, ser parte da mesma, e não uma ação pontual e fora do contexto”. Desse modo, o PGRCC deve considerar a participação de todos envolvidos, legitimando e validando todas as suas fases de execução, resultando em uma gestão dos resíduos mais eficaz e adequada.

Quadro 9 - Questão 3

Questão aberta	Empresa	Resposta
A empresa identifica desperdício nos canteiros? Quais as possíveis causas? Alguma atitude tomada nos últimos anos acabou contribuindo para a redução dos resíduos gerados?	Construtora A	A construtora não observa muito desperdício nos canteiros. E acredita que isso é reflexo de uma boa gestão.
	Construtora B	A empresa observa desperdício nos canteiros. Acredita que a principal causa hoje, seja a mão de obra não qualificada. A troca do sistema estrutural foi a melhor mudança tomada nos últimos anos para reduzir a quantidade de perdas.
	Construtora C	A empresa identifica desperdício nos seus canteiros de obras. As possíveis causas citadas são: Mão de obra muito manual, falta de instrução dos operários e o transporte inadequado dos materiais. Uma das atitudes tomadas nos últimos anos que acabou reduzindo o volume de perdas foi a paginação do gesso, azulejos e laminados. Além disso a empresa investe em tecnologias construtivas como forma de reduzir os resíduos.
	Construtora D	A empresa identifica desperdício nos canteiros. Acredita que é natural haver uma quantidade mínima de resíduos e tenta controlar da melhor forma. Acredita que uma das possíveis causas para o desperdício é a não valorização dos materiais e a mão de obra pouco qualificada.

		Semanalmente é feito um levantamento na obra da quantidade de materiais que cada funcionário usa em média por dia, e também do seu rendimento. Com isso é feito um controle do estoque e da retirada de material. Limitando a quantidade de materiais pelo canteiro e reduzindo a ocorrência de desperdício.
--	--	--

Fonte: Elaboração própria.

Conforme afirmado pelas empresas entrevistadas, todas observam desperdício em seus canteiros. Esse fato é defendido por vários autores que afirmam que mesmo com o contínuo aperfeiçoamento dos processos construtivos e a busca por novas tecnologias, sempre haverá algo inevitavelmente perdido.

Para Linhares, Ferreira e Ritter (2007), a não geração de resíduos traduz-se em um grande desafio, que tem origem fundamentada nas características da indústria da construção civil. Essa dificuldade pode ter sua explicação no modo de produção adotado no país, caracterizado por ser artesanal, com utilização de mão de obra pouco qualificada e baixo investimento em novas tecnologias.

A mão de obra pouco qualificada e muito manual foi citada pelos entrevistados como a principal causa do desperdício nos canteiros de obra, seguida da falta de valorização dos materiais e do descuido com o transporte dos insumos. Cabral e Moreira (2011) afirmam que as ocorrências de perdas ocorrem com mais intensidade no armazenamento e no transporte do que durante a execução dos serviços. Os autores alegam que a geração de RCC por desperdício pode ser evitada através de uma boa gestão, fato afirmado pela empresa A, e pela utilização de mão de obra qualificada.

Inojosa (2010) defende que evitar a perda de resíduos na construção é uma tarefa que deve compreender todos os participantes do processo construtivo, do responsável técnico aos funcionários. Acredita também que a compatibilização dos projetos de arquitetura e complementares é essencial na minimização do desperdício. A empresa C afirma que o investimento em projetos mais completos e compatibilizados, com paginação de gesso, azulejos e laminados, tem colaborado para reduzir as perdas de materiais nos canteiros.

Outro fator que contribui para reduzir o desperdício conforme as empresas B e C é a busca por novas tecnologias construtivas. A empresa B, por exemplo, trocou o seu sistema construtivo de alvenaria de vedação para um sistema de laje nervurada. A empresa D, por outro lado, observou que com o controle das técnicas, da mão de obra e dos materiais retirado

dos estoques, houve a redução do desperdício e conseqüente uma melhora na limpeza do canteiro de obras.

John (2001) afirma que é necessário fazer uma análise constante do processo construtivo como forma de identificar as fontes geradoras de RCC nas atividades executadas nos canteiros de obras, assim é possível buscar novas inovações tecnológicas que venham a melhorar a qualidade da obra e contribuir para a preservação do meio ambiente.

Quadro 10 - Questão 4

Questão aberta	Empresa	Resposta
Acontece por parte da construtora o controle do volume de perdas de insumos espalhados pelos canteiros de obra e das etapas de foco de geração dos mesmos?	Construtora A	A construtora possui um controle mensal dos resíduos através de notas fiscais obtidas das empresas coletoras. Observa que a etapa da obra de foco de geração é a de Infra e Supra Estrutura, em função de utilizar formas e escoras de madeira.
	Construtora B	A empresa possui um controle dos volumes de água, luz e resíduos. A construtora controla os volumes gerados dentro da empresa na forma de um indicador de sustentabilidade da obra. Afirma que a etapa de acabamentos é a mais crítica, é nela que existe uma maior diversidade de insumos e geração de resíduos.
	Construtora C	A construtora possui um controle do volume de perdas, principalmente de resíduos de madeira, gesso (15% de perda), blocos cerâmicos e azulejos (20% de perda). Acredita que a etapa de Supra Estrutura e de acabamentos produzam volumes parecidos de resíduos, e que a etapa mais crítica para a geração de resíduos seja a etapa de fundações e movimentações de terra.
	Construtora D	A empresa possui um controle dos volumes de perdas de insumos por etapa de conclusão da obra. Não mencionou a etapa da obra que acredita gerar mais resíduos.

Fonte: Elaboração própria.

Dentre as complexidades e os desafios do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em canteiros de obras encontra-se o controle do volume dos resíduos. Os resultados, conforme o Quadro 10, demonstram que as empresas pesquisadas possuem um controle dos volumes de resíduos gerados nas obras, normalmente por meio de notas fiscais das empresas transportadoras de resíduos.

A empresa B controla o volume de resíduos, água e o consumo de luz como forma de elaborar um indicador de sustentabilidade da obra. Conforme Blumenschein (2007), a análise da geração dos resíduos no canteiro de obras permite à empresa estabelecer indicadores que, ao longo do seu processo de produção, poderão amparar decisões para a escolha da melhor tecnologia a ser empregue em obras futuras.

Um estudo realizado na cidade de Campina Grande – PB realizado por Nóbrega (2002) apud. Marques Neto (2005), observou a tendência de geração de resíduos nas diferentes etapas das construções. As etapas da obra com maior destaque para a geração de RCC foram as de supra estrutura e acabamentos, corroborando com os relatos das empresas A e B.

A empresa B atestou que a etapa de acabamentos é a mais crítica, é nela que existe uma maior diversidade de materiais no canteiro de obras. A variedade de resíduos é muito grande, existem resíduos de piso, gesso, cimento cola, alvenaria, entre outros. O responsável técnico afirmou que em seus empreendimentos com uma porcentagem de 70% de conclusão, os resíduos mais do que dobram, como mostra o Quadro 11.

Quadro 11 - Indicador de geração de resíduos em duas obras distintas

Obra	Período de referência	Indicador médio de geração de resíduos ao longo da obra
Residencial A	Out/18 – Out/19	0,044 m ³ de resíduos descartados/ m ²
Residencial B	Out/18 – Out/19	0,015 m ³ de resíduos descartados/ m ²

Fonte: Elaboração própria.

Conforme os dados do Quadro 11, fornecidos pelo arquiteto da construtora B, é possível observar que o Residencial A possui um indicador mais alto, uma vez que a obra está sendo finalizada. Já o Residencial B, tem aproximadamente 35% do índice do Residencial A, pois a obra está iniciando a fase de acabamento.

Outra pesquisa realizada em uma empresa estabelecida na cidade de Porto Alegre – RS, demonstrou que o maior volume de resíduos gerados em uma obra de construção são os resíduos de solo, seguido de tijolos e concreto (PANDOLFO, 2012). A construtora C, em concordância com o estudo, alegou que a etapa onde observa o maior volume de resíduos é a de as escavações e movimentações de terra, para construção dos subsolos e fundações.

Diversos procedimentos de uma obra estão sujeitos à geração de resíduos. Como forma de evitar perdas excessivas são imprescindíveis uma boa gestão e um bom gerenciamento dos RCC, que pode ser considerado uma habilidade de gerir os diversos recursos da construção civil (MARTINS, 2012).

Um bom planejamento na construção civil e um monitoramento constante dos serviços são essenciais. É importante diagnosticar os principais locais de geração dos RCC para, então, proceder com medidas corretivas visando a melhora do processo e a minimização das perdas (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Quadro 12 - Questão 5

Questão aberta	Empresa	Resposta
A construtora costuma realizar na etapa inicial das obras um levantamento das características da obra juntamente dos resíduos predominantes e dos processos envolvendo tais resíduos?	Construtora A	Não é costumeiro realizar um levantamento dos resíduos predominantes e dos processos envolvendo os RCC.
	Construtora B	A empresa possui um levantamento dos prováveis resíduos que serão gerados nas obras, em função do sistema de gestão da qualidade das obras. Dois anos antes de iniciar uma obra, ainda na fase de projetos, são tomadas decisões com base nas obras anteriores, de modo a sempre aprimorar as práticas construtivas.
	Construtora C	A construtora realiza um levantamento dos resíduos predominantes e dos seus processos, porém não de forma muito detalhada. Ocupa um mapeamento padrão da empresa.
	Construtora D	A empresa costuma caracterizar os resíduos predominantes de modo a organizar a logística do canteiro e os processos que envolverão os mesmos.

Fonte: Elaboração própria.

A caracterização dos resíduos gerados pelo empreendimento é fundamental para analisar e diagnosticar quais os tipos de resíduos mais gerados no canteiro da obra e também para auxiliar na tomada de decisão dos métodos e procedimentos que serão adotados (KOURMPANIS et al., 2008).

Com base nas respostas dos entrevistados, de modo geral, as construtoras costumam realizar um levantamento dos resíduos predominantes e dos processos que envolvem os mesmos. Somente a Construtora A afirmou que não é de costume da empresa esse planejamento.

Como afirmou a empresa B, esse levantamento costuma ser realizado dois anos antes do início da obra, ainda na fase de projetos e levando em consideração experiências passadas. Martins (2012) ressalta que a fase de concepção, a qual abrange os estudos preliminares, anteprojeto e projeto, exerce papel determinante na qualidade, tanto do produto acabado como do processo construtivo.

Conforme Mattos (2010), o planejamento na etapa inicial da obra possui um papel fundamental por exercer forte impacto no dinamismo da produção. Planejar uma obra permite ao gestor adquirir alto grau de conhecimento do empreendimento, possibilitando uma maior eficiência na condução dos trabalhos.

Quadro 13 - Questão 6

Questão aberta	Empresa	Resposta
A empresa normalmente realiza a coleta e a triagem dos resíduos gerados? Se não, qual os fatores que levam a empresa não realizar a triagem dos RCC? Se sim, existe um profissional responsável?	Construtora A	A empresa realiza a coleta e a triagem dos resíduos gerados. O mestre de obras é o responsável por definir os responsáveis pelos procedimentos. A fase de acabamentos é a que exige a maior atenção, uma vez que possui uma variedade de materiais maiores.
	Construtora B	A construtora coleta e realiza a triagem dos resíduos nos canteiros. É separado papel, madeira, madeira química, aço, vergalhões, entre outros. Existe uma equipe de limpeza responsável por essa etapa, ela coleta e ao mesmo tempo é responsável por segregar os materiais para que tenham uma destinação correta.
	Construtora C	A empresa realiza a coleta e a triagem dos resíduos gerados. É feito um treinamento com os funcionários para que os mesmos que gerarem já deem uma correta destinação para seus resíduos. Existe também uma equipe de limpeza que mantém a organização e a segurança do canteiro. A triagem é realizada diariamente após a execução dos serviços.
	Construtora D	É realizada a coleta e a triagem dos resíduos nos canteiros. Ambas são feitas em um primeiro momento no local de geração, e é de responsabilidade da equipe que gerou aquele resíduo. A equipe só é liberada para executar outra tarefa após limpar sua área de trabalho e a mesma é fiscalizada pelo engenheiro responsável. Em um segundo momento esses resíduos são encaminhados para a triagem final em um local definido do canteiro.

Fonte: Elaboração própria.

Conforme ilustrado no Quadro 13, todas as construtoras consultadas realizam a coleta e a segregação dos resíduos no canteiro de obras. Conforme a Resolução CONAMA n.º 307, a triagem dos materiais deve ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou então ser realizada nas áreas de destinação licenciadas, respeitando as classes.

Lima e Lima (2009) enfatizam que a prática de segregação não é uma tarefa difícil, podendo ser facilmente realizada pelos funcionários. Aconselha-se que a segregação seja efetuada ao fim de um dia de trabalho ou ao término de um serviço específico, de preferência por quem realizou o serviço.

Na empresa A, a segregação dos RCC é coordenada pelo mestre de obras, de modo a garantir a organização do canteiro. Já na empresa B existe uma equipe de limpeza que fica responsável por coletar e segregar os materiais, no final do dia de serviço. Por outro lado, conforme recomendado, as construtoras C e D responsabilizam os geradores por coletarem e separarem os resíduos conforme as classes. Observou-se também uma tendência nas construtoras de segmentar os funcionários em equipes de trabalho nos canteiros, as empresas B e C possuem equipes específicas para essa tarefa.

Os resíduos de gesso, ganham atenção especial em todas as empresas consultadas, são separados e retirados isoladamente dos demais resíduos. O gesso apesar de ser um resíduo classe B deve ter uma destinação especial e isso é refletido em um custo maior para as construtoras.

Cabral e Moreira (2011) defendem que a correta segregação além de contribuir para o processo de reciclagem, contribui para organização e limpeza dos terrenos. Como benefício indireto tem-se a redução do índice de afastamento de funcionários por acidente de trabalho.

Quadro 14 - Questão 7

Questão aberta	Empresa	Resposta
A empresa costumeiramente possui um <i>layout</i> do canteiro no qual está indicado os locais de armazenamento temporário dos RCC?	Construtora A	A empresa não costuma definir um local de armazenamento dos resíduos já no <i>layout</i> do canteiro. Normalmente utilizam caçambas estacionárias na parte externa das obras em construção.
	Construtora B	O <i>layout</i> do canteiro muda conforme as etapas da obra, no entanto sempre é delimitado uma área para disposição dos resíduos. Os locais visam facilitar a disposição, normalmente são áreas próximas aos elevadores de cremalheira.
	Construtora C	A empresa normalmente indica os locais para armazenamento dos RCC no <i>layout</i> do canteiro. Esses locais sempre visam facilitar a disposição e a remoção dos resíduos.
	Construtora D	A empresa costuma definir locais para armazenamento temporário dos RCC nos canteiros. Enfatiza que não se pode começar a obra sem possuir locais previamente definidos para a disposição dos resíduos.

Fonte: Elaboração própria.

Com base nas respostas dos entrevistados, expostas no Quadro 14, no geral as construtoras afirmaram definir locais para armazenamento dos RCC no *layout* do canteiro. Porém, a construtora A afirmou que não costuma definir um local de armazenamento dos resíduos, normalmente utilizam caçambas estacionárias na parte externa das obras.

O *layout* do canteiro de obras organiza o arranjo físico da edificação em todas as suas etapas, do início ao fim. E é indispensável para que se façam projetos adequados e eficientes, influenciando diretamente na qualidade da obra final. O *layout* não necessariamente é o mesmo da fase inicial da obra à final, podendo ser dinâmico para melhor atender às demandas da obra, fato confirmado pela empresa B.

Conforme Blumenschein (2007), a disposição do canteiro de obras deve ser projetada visando atender às necessidades de se estabelecer um sistema de gestão de resíduos. No *layout* é importante a delimitação de áreas para localização dos contêineres de armazenamento e acondicionamento dos resíduos. É fundamental também, uma boa identificação visual das diferentes áreas, em especial das áreas destinadas ao acondicionamento dos resíduos. O entrevistado da empresa D ainda complementa que não é possível iniciar uma obra sem possuir os locais previamente definidos para disposição dos resíduos.

Quadro 15 - Questão 8

Questão aberta	Empresa	Resposta
Quais dispositivos utilizados para o acondicionamento? Eles são devidamente identificados conforme as classes?	Construtora A	A empresa costuma utilizar bombonas no interior do canteiro e caçambas estacionárias na parte externa das obras. Todos são devidamente distinguidos.
	Construtora B	A construtora utiliza baias para resíduos classe B, C e D e caçambas para resíduos classe A. Os dispositivos são devidamente identificados conforme as categorias de resíduos.
	Construtora C	A empresa costuma utilizar bombonas, caçambas e baias feitas de <i>pallets</i> reutilizáveis. Os dispositivos são sempre devidamente identificados para que não haja mistura de materiais.
	Construtora D	A empresa possui dispositivos de acondicionamento nos andares como marcações nos pisos e bombonas. Para o acondicionamento do gesso são utilizadas caçambas. E para armazenar outros materiais são definidas baias. Todos são devidamente identificados para que não haja mistura de materiais.

Fonte: Elaboração própria.

Os dispositivos de acondicionamento mais utilizados pelas construtoras são as bombonas, baias e caçambas estacionárias, todas relataram que os dispositivos são devidamente sinalizados informando o tipo de resíduo que cada um acondiciona, visando a organização da obra e a não contaminação dos resíduos. Observou-se que nenhuma empresa utiliza *big bags* para o depósito temporário de seus resíduos. Constatou-se também que nem todas construtoras dividem o acondicionamento em inicial e final.

Lima e Lima (2009) destacam que os RCC devem ser acondicionados em recipientes estrategicamente distribuídos no canteiro, em volumes adequados até que exijam uma deposição final. Ainda conforme Cabral e Moreira (2011), os geradores devem dar uma atenção especial ao confinamento dos resíduos após a geração, uma vez que é uma ação prevista no Plano de Gerenciamento de RCC.

Quadro 16 - Questão 9

Questão aberta	Empresa	Resposta
Como normalmente é realizado o transporte dos resíduos do local de geração até o local de acondicionamento? Quem são responsáveis pelo transporte dos resíduos dentro do canteiro?	Construtora A	O transporte é realizado por carrinhos de mão, condutos verticais e elevadores de carga. O mestre é o responsável pela administração do transporte dos resíduos dentro do canteiro de modo a manter a organização.
	Construtora B	Os serventes retiram os resíduos do local de geração com carrinhos de mão, que são levados até o elevador de cremalheira e então são destinados ou para as caçambas, ou para as baias. Existe também uma equipe responsável pelo transporte tanto dos materiais como dos RCC.
	Construtora C	O transporte dos resíduos é realizado com a utilização de dutos verticais, giricas e mini guas. Existe uma equipe de limpeza responsável por essa tarefa.
	Construtora D	O transporte é realizado com o auxílio de um elevador de cremalheira, dutos verticais e carrinhos de mão. São também utilizados um BobCat, uma empilhadeira e guas para transporte dos RCC. O transporte é realizado por um grupo específico de limpeza.

Fonte: Elaboração própria.

Blumenschein (2007) afirma que o transporte interno dos resíduos no canteiro de obras, deve priorizar o uso de equipamentos que facilitem a vida do trabalhador. Nos canteiros de obra das construtoras pesquisadas, como é possível observar no Quadro 16, são utilizados carrinhos de mão, giricas, elevadores de carga e guas. Em uma empresa em especial é utilizado maquinário mais pesado para transporte dos materiais, devido às dimensões do canteiro.

Deve ser definido o profissional que ficará responsável pelo transporte interno em cada empreendimento. Na empresa A o mestre de obras é o responsável por delimitar os encarregados pelo transporte dos RCC. Por outro lado, nas empresas B, C e D existe uma equipe específica para limpeza e transporte dos resíduos. Lordêlo, Evangelista e Ferraz (2007) alegam que devem ser enfatizados e cobrados dos encarregados o cuidado e a responsabilidade com os resíduos.

Quadro 17 -Questão 10

Questão aberta	Empresa	Resposta
<p>Como acontece o cadastramento das transportadoras? E a destinação final para cada classe de resíduo? Como é realizada a rotina de coleta dos resíduos?</p>	Construtora A	<p>O cadastramento é feito com empresas que sejam licenciadas. Atualmente uma empresa presta serviços para a construtora, ficando responsável pela destinação final dos RCC. O mestre de obras é o responsável por controlar a rotina de coleta de resíduos, evitando acúmulo de rejeitos.</p> <p>Resíduos de madeira que não possuam mais funcionalidade no empreendimento são doados para os funcionários da empresa.</p>
	Construtora B	<p>A construtora possui três empresas transportadoras qualificadas e apenas uma empresa faz a reciclagem dos resíduos. É emitido uma nota de prestação de serviço, juntamente com um documento onde ficam estabelecidos o gerador, o volume e qual a destinação dos RCC. A rotina de coleta é semanal. A destinação dos resíduos classe A é de responsabilidade da empresa transportadora contratada.</p> <p>O aço é vendido por quilogramas como forma de dar uma destinação adequada. Madeiras limpas e adequadas são doadas enquanto que madeiras resinadas ou que possuam componentes químicos vão para reciclagem. Sacos de cimento, latas de tinta e outros são enviados para reciclagem. O gesso é enviado para Eldorado do Sul, único local do estado que realiza a reciclagem do material.</p>
	Construtora C	<p>O cadastramento é feito com empresas licenciadas. As mesmas emitem certificados de coletas e ficam responsáveis pela destinação final de cada classe de resíduo. Não existe uma rotina fixa de coleta, o mestre de obras controla a necessidade de retirada dos materiais do canteiro.</p>
	Construtora D	<p>O cadastramento das transportadoras acontece com aquelas que possuem licença e autorização para atuar. A construtora encaminha seus resíduos em um caminhão próprio para a empresa de coleta que fica responsável pelo correto destino. Os resíduos de gesso são recolhidos diretamente por uma empresa terceirizada. Não existe uma rotina fixa de coleta, a retirada dos resíduos depende da produção e da movimentação do canteiro.</p>

Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Resolução CONAMA nº 307 e a PNRS, os geradores dos RCC são os responsáveis pela retirada e a destinação adequada dos seus resíduos. Como é possível observar pelos relatos das construtoras, todas contratam empresas coletoras e transportadoras licenciadas, que alugam caçambas e transportam os resíduos para locais pré-determinados. Apenas a empresa D realiza o transporte dos seus resíduos com caminhão próprio até o local de reciclagem.

A solicitação do serviço de coleta é feita assim que as caçambas estão completamente preenchidas, esse fato ocorre nas empresas A, C, e D, que afirmaram não possuir uma rotina fixa de coleta. A empresa B diferente das demais, afirmou possuir uma rotina de coleta semanal, normalmente aos finais de semana.

A destinação final conforme relatada pelas construtoras fica de responsabilidade da empresa terceirizada contratada. Cabe, no entanto, salientar que conforme preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o gerador mesmo que contrate uma empresa especializada para a remoção do entulho não é dispensado da responsabilidade da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados em seu canteiro de obras.

Quadro 18 - Questão 11

Questão aberta	Empresa	Resposta
A construtora realiza a análise da viabilidade econômica e financeira da reciclagem e do reaproveitamento dos RCC nas obras? Se sim, de que forma é realizada? Se não, quais as dificuldades?	Construtora A	A construtora analisa a viabilidade de reciclar e reaproveitar os RCC na obra. Visa produzir o menor volume possível de resíduos, uma vez que os mesmos aumentam os custos de transporte e armazenamento. Visa também reutilizar o máximo possível dentro do canteiro. No momento a empresa não realiza a reciclagem dos resíduos na obra, todo material é enviado para uma recicladora local. Resíduos classe A são reutilizados em aterros. Componentes das instalações elétricas recebem uma atenção especial.
	Construtora B	A empresa analisa a viabilidade de reciclar e reutilizar seus resíduos. Um dos casos citados foi a madeira que possuía um custo muito elevado e não podia ser reciclada, assim a construtora substituiu as formas de madeira por formas metálicas as quais são reaproveitadas por uma média de 7 vezes. A reciclagem dos resíduos ainda não é uma alternativa economicamente viável para a empresa.
	Construtora C	A construtora já analisa a viabilidade de reciclar seus resíduos classe A no canteiro de obra para produção de agregado leve. Acredita que o seu próximo empreendimento já deva contar com um moedor de resíduos. Acredita que o mesmo deve trazer mais

		sustentabilidade e economia para a construtora. Atualmente a empresa está utilizando o sistema de laje nervurada com estruturas de PVC e metálica que permitem o reuso. Utiliza resíduos classe A para aterramentos. E faz doação de blocos cerâmicos e azulejos danificados para que sejam reutilizados por parcelas mais desfavorecidas da sociedade.
	Construtora D	A construtora realiza a análise da viabilidade econômica de reciclar e reutilizar os resíduos na obra. Atualmente reutiliza os resíduos Classe A em projetos de drenagem e fundações dos empreendimentos. A empresa costuma coletar materiais classe B e converter o lucro das vendas para os funcionários. Outra atitude tomada pela empresa é a produção de bancos para praças municipais a partir das sobra de concreto e madeira. A reciclagem dos resíduos no interior do canteiro de obras ainda não é uma realidade acessível devido ao elevado custo que envolvem os mesmos.

Fonte: Elaboração própria.

“Apesar do esforço empreendido por muitas construtoras para a minimização de perdas, e do uso de materiais passíveis de reutilização, pode-se afirmar que sempre há a geração de resíduo” afirma Blumenschein (2007, p.23). Através do questionário testemunhou-se que todas as empresas já analisam a viabilidade de reutilizar e reciclar seus resíduos. As construtoras afirmam que visam gerar o menor volume possível de RCC nos canteiros de obra, uma vez que isso se reflete em um custo indireto.

As empresas também afirmaram reutilizar materiais Classe A na forma de aterros e materiais para drenagem. A madeira foi outro material citado pelas construtoras, diferente de outros materiais, como o gesso, os resíduos de madeira são bastante reutilizados no processo construtivo. A maioria do resíduo de madeira após perder sua serventia, quando não contaminados ou tóxicos, são doados aos funcionários.

Blumenschein (2007) afirma que a reutilização é de fundamental importância tendo em vista a escassez de matéria prima cada vez maior. Deve-se buscar materiais e equipamentos que possuam uma maior durabilidade e um maior número possível de utilizações. Em vista disso, as construtoras B e C substituíram suas formas e escoras de madeira por componentes metálicos, uma decisão estratégica, que permite uma reutilização de até sete vezes. É possível observar que todas as construtoras já adotam, mesmo que de forma parcial, a reutilização dos resíduos em suas obras. Ademais, reconhecem que ao empregar

materiais reutilizáveis obtêm-se a redução de custos nas compras de insumos e com isso um maior lucro é gerado e as matérias-primas podem ser preservadas.

Quanto à reciclagem dos RCC nas obras constatou-se que nenhuma das construtoras adota essa medida de gestão. Atualmente, todos materiais são enviados para empresas terceirizadas para esse procedimento. Uma possível causa para isso é a questão financeira, acredita-se que o processo de reciclagem no canteiro de obras pode ser custoso e trabalhoso.

Um processo de reciclagem exige uma adequada segregação na fonte de geração, maquinários, e pessoal engajado e consciente das suas responsabilidades. Apenas uma construtora demonstrou interesse em reciclar seus resíduos Classe A na obra, transformando o mesmo em agregado leve, a empresa está se adaptando para implementar o sistema para o próximo empreendimento.

Quadro 19 -Questão 12

Questão aberta	Empresa	Resposta
Qual a visão a empresa acerca da importância da gestão dos resíduos nas obras? Quais estratégias a empresa tem aplicado para mudar a realidade atual?	Construtora A	A empresa acredita que a gestão dos resíduos é de suma importância. Acredita que ainda precisa mudar suas técnicas construtivas de forma a reduzir ainda mais o volume de RCC. Visa substituir as formas de madeira por formas metálicas que possam ser reaproveitadas.
	Construtora B	A empresa acredita que a parte da gestão é extremamente importante. Aponta que o gargalo na construção civil é a questão do resíduo, para onde levar e como gerar cada vez menos. Acredita que o desafio ainda seja a mão de obra pouco qualificada. Destaca também que a modernização do sistema construtivo (como o sistema <i>drywall</i>), é um importante fator para modificar a realidade dos canteiros de obra. Uma das atitudes tomadas nos últimos anos foi a substituição de mão de obra braçal por maquinários como guas. Pois reduz o desperdício, e o consumo de água e energia. Uma grua substitui de 12 a 15 funcionários do canteiro de obras, que poderiam estar gerando um desperdício ou fazendo um retrabalho. A empresa ainda mudou seu sistema estrutural em função dos desperdícios. A adoção de lajes nervuradas com cubetas plásticas gerou uma redução de 90% no consumo de madeira na obra. Substituiu também os blocos cerâmicos por blocos celulares.

	Construtora C	<p>A empresa acredita que a gestão dos resíduos é muito importante. Que a partir do momento que é feita a coleta é possível observar a dimensão do volume gerado. Acredita que uma grande geração de resíduos é prejudicial ao meio ambiente e se reflete em custos para a empresa.</p> <p>Nos últimos anos tem investido em maquinários e processos mais industriais de construção como: Substituição do modelo de pintura convencional por pistola <i>airless</i>, reduzindo o consumo de materiais, proporcionando uma economia de até 3 vezes se comparado à pintura com rolos; obtenção de silos de argamassa para evitar a perda da mesma no final do dia; substituição das formas de madeira por formas metálicas e de PVC; aplicação de argamassa com maquinário em substituição à aplicação com pás.</p> <p>A construtora está buscando diminuir os recursos naturais utilizados e eliminar o gesso de suas construções, pois é um material de difícil descarte.</p>
	Construtora D	<p>A empresa acredita que a correta gestão dos resíduos nas obras é de extrema importância uma vez que contribui para a limpeza e organização do canteiro. A empresa tem implementado diários de segurança e conversas com os funcionários para melhor instruí-los à cerca dos resíduos, acredita que existe muito a cultura de produção em detrenimento da qualidade e isso acaba gerando desperdícios.</p>

Fonte: Elaboração própria.

Para uma efetiva gestão dos RCC é fundamental que todos envolvidos constatem a importância desta gestão em seus empreendimentos. Em relação à importância da gestão dos RCC nas obras, todas construtoras entrevistadas responderam ser muito importante.

Quando questionadas sobre quais estratégias tem aplicado para mudar a atual situação da gestão, as empresas B e C dizem estar apostando na modernização das técnicas construtivas. Na construtora B uma das medidas tomadas foi a substituição da mão de obra braçal por guias, diminuindo o consumo de água e energia. A empresa também modernizou seu sistema estrutural em função dos desperdícios, adotando lajes nervuradas com cubetas plásticas o que resultou em uma redução de 90% no consumo de madeira nas obras.

A empresa C também investe em tecnologia em suas obras, buscando uma maior qualidade. Substituiu os rolos de pintura convencional por pistola *airless*. Adquiriu silos de

argamassa para evitar a perda da mesma no final do dia. Substituiu as formas de madeira por formas metálicas e de PVC, entre outras.

Para Nichioka (2008), as empresas estão cada vez mais conscientes que não podem gerenciar focando apenas no controle financeiro, elas precisam empreender meios que proporcionem competitividade.

Por outro lado, a empresa D tem implementado diários de segurança e conversas com os funcionários para melhor instruí-los à cerca dos resíduos. Leme (2010) defende que para que a gestão de resíduos da construção civil seja eficiente é necessário a compreensão dos colaboradores quanto aos motivos que levaram à execução de determinadas práticas na obra.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil vem crescendo no decorrer dos últimos anos, trata-se de uma atividade de extrema importância para o desenvolvimento econômico e social do país. Por outro lado, é inevitável o aumento do impacto ambiental inerente à atividade, seja pelo consumo de recursos naturais ou pela geração de resíduos.

Diante da crescente preocupação com questões ambientais e o grande volume de resíduos gerados, o disciplinamento da gestão dos resíduos é fundamental para reduzir os impactos ao meio ambiente. Assim, a pesquisa abordou alguns pontos acerca da gestão dos RCC em construtoras da cidade de Santa Maria - RS, apresentando a infraestrutura disponível atualmente para a disposição e destinação de tais resíduos.

O trabalho desenvolvido enquadra-se em um tema que hoje em dia tem ganho bastante relevância. Através da aplicação do questionário com perguntas abertas, foi possível estabelecer um diagnóstico da gestão dos resíduos nos canteiros de obras, conjuntamente com os principais desafios e problemas encarados pelos gestores.

O mercado da construção civil demanda atualizações nas práticas construtivas, com inovações tecnológicas que propiciem uma atividade mais limpa e menos agressiva ao meio ambiente. As práticas adotadas pelas construtoras santa-marienses estão ainda muito abaixo das necessidades do ramo. Assim, é necessário que as mesmas tomem atitudes que tornem da gestão sustentável um hábito dentro dos canteiros de obras de forma a reduzir os desperdícios e, a buscar o reaproveitamento e a reciclagem.

O diagnóstico demonstrou também que existem problemas com algumas atividades do gerenciamento, como por exemplo, algumas atividades de organização e transporte dos insumos, no controle do desperdício e na remoção dos RCC.

Verificou-se ainda que existe carência e falta de conhecimento em relação ao que rege a Resolução nº 307 do CONAMA. Quanto ao PGRCC, constatou-se que embora seja uma ferramenta obrigatória para grandes geradores, é tratado como um instrumento secundário e pouco consultado no dia a dia da obra, resultando em uma rotina de trabalho pouco eficaz.

Por fim, afirma-se ainda que é significativa a parcela de insumos que são transformados em resíduos dentro dos canteiros de obras. As empresas construtoras têm alto potencial para reduzir este volume, da geração à gestão dos resíduos, modificando os padrões de consumo, produção e incentivando investimentos em programas que objetivem a redução de resíduos.

É essencial uma mudança de postura, investindo mais na qualificação da mão de obra, na melhor compatibilização dos projetos e em técnicas de reciclagem diretamente nos canteiros de obras. É dever dos geradores buscar informações junto ao poder público, buscando otimizar a destinação final dos seus resíduos, deve-se consultar instrumentos como os Planos Municipais de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

REFERÊNCIAS

- ANGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017>. Acesso em: 31 maio, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2004.
- BIANCHINI, G.; MARROCCHINO, E.; TASSINARI, R.; VACCARO, C.; Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical–mineralogical appraisal. **International Journal of Integrated Waste Management, Science and Technology**, v. 25, n.º 2, pg.:149-59, feb. 2005.
- BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. **Manual técnico: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília: SEBRAE/DF. 2007. 48 p.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 9 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. Câmara dos Deputados: Centro de Documentação e Informação, Brasília, DF: Edições Câmara, v. 2, 2012. Disponível em: https://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf. Acesso em: 5 jun. 2019.
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. 2015. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Universidade Federal do Piauí – Teresina. Cerâmica 61. P.178-189, 2015. <https://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>
- CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Programa Qualidade de Vida na Construção. SINDUSCON – CE. Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.ibere.org.br/anexos/325/2664/manual-de-gestao-de-residuos-solidos---ce-pdf>. Acesso em: 09 abril 2019.
- CARNEIRO, A. P.; BURGOS, P. C.; ALBERTE, E. P. V. Uso de agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. In: CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; DE BRUM, I. A. S. (Org.). **Reciclagem de Entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom**. Salvador: EDUFBA, 2001. p. 188-227.
- CARNEIRO, A. P.; QUADROS, B. E. C.; DE OLIVEIRA, A. M. V.; DE BRUM, I. A. S.; SAMPAIO, T. S.; ALBERTE, E. P. V.; COSTA, D. B. Características do entulho e do agregado reciclado. In: CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; DE BRUM, I. A. S. (Org.).

Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA, 2001. p. 144-187

CASSA, J. C. S.; DE BRUM, I. A. S.; CARNEIRO, A. P.; COSTA, D. B. Diagnóstico dos setores produtores de resíduos na região metropolitana de Salvador/Bahia. In: CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; DE BRUM, I. A. S. (Org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção:** projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA, 2001. p. 48-75.

CHINI, Abdol R.; BRUENING, Stuart F. Deconstruction and Materials reuse in the United States. **The Future of Sustainable Construction** Special edition, 14 maio 2003.

CILO, Nelson. **Apesar da crise, construção civil projeta crescimento de 15%:** Retração de 0,2% da economia brasileira no primeiro trimestre não desanima o setor, que registrou avanço de vendas e lançamentos, além de expansão de financiamentos. [S. l.]: Estado de Minas Economia, 3 jun. 2019. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/06/03/internas_economia,1058744/apesar-da-crise-construcao-civil-projeta-crescimento-de-15.shtml. Acesso em: 11 jun. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 9 abril 2019.

_____. **Resolução n.º 348**, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução Conama n.º 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>. Acesso em: 9 abril 2019.

_____. **Resolução n.º 431**, de 24 de maio de 2011. Altera o Art. 3º da Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 9 abril 2019.

_____. **Resolução n.º 448**, de 18 de janeiro de 2012. Altera os Art. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>. Acesso em: 9 abril 2019.

_____. **Resolução n.º 469**, de 30 de julho de 2015. Altera o Art. 3º da Resolução CONAMA n.º 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>. Acesso em: 9 abril 2019.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, Sem II. 2008. Disponível em: https://www3.ufpe.br/moinhojuridico/images/ppgd/9.1b%20metodos_quantitativos_e_qualitativos_um_resgate_teorico.pdf. Acesso em: 2 nov. 2019.

DETONI, Denis; ANSCHAU, C. T. **Gestão dos Resíduos Sólidos nos canteiros de obras.** ISSN 2358-9221, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 88 - 111, dez. 2016. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/181>. Acesso em: 12 de jun. 2019.

EIGENHEER, E. M. **Lixo: a limpeza urbana através dos tempos.** Porto Alegre: Elsevier, 2009. Disponível em: <http://www.lixoeeducacao.uerj.br/imagens/pdf/ahistoriadolixo.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2019.

FERNANDEZ, J. A. B.; ROMA, J. C.; Moura, A. M. M. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil: relatório de pesquisa.** Instituto de pesquisa econômica e aplicada (IPEA). Brasília, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7669>. Acesso em: 12 jun. 2019.

GALBIATI, A.F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem.** Educação ambiental para o Pantanal. Pioneiros, 2005. Disponível em www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=92. Acesso em: 4 ju. 2019.

INOJOSA, Fernanda C. P. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição: a Resolução CONAMA 307/2002 no Distrito Federal.** 2010. Dissertação (Mestrado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal de Brasília. Brasília, 2010.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

_____. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; DE BRUM, I. A. S. (Org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom.** Salvador: EDUFBA, 2001. p. 28-45.

KARPINSKI, L. A. et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163p. Disponível em: <http://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/GestaodeResiduosPUCRS.pdf>. Acesso em: 10 abril 2019.

KELLER, Manoella M.; CARDOSO, Waleska Mendes. **Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos: breve histórico global e realidade brasileira.** In: FADISMA ENTREMENTES, 2014, Santa Maria – RS.

KOURMPANIS B.; PAPADOPOULOS, A.; MOUSTAKAS, K.; KOURMOUSSIS, F.; LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregado reciclado de Resíduos de Construção e Demolição.** 2001. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

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

LEME, Corrêa da Silva M. **Material Instrucional de Educação Ambiental: Instrumento de Gestão Pública em Curitiba**, PR. Linhas Críticas. 2010; 16(31): 327–346.

LINHARES, S. P.; FERREIRA, J. A.; RITTER, E. 2007. **Avaliação da implantação da Resolução n. 307/2002 do CONAMA sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil**. Estudos Técnicos em Engenharia – Vol. 3, nº 3: 176-194. Out/ dez 2007.

LIMA, Rosemeire Suzuki; LIMA, Ruy R. R. **Resíduos Sólidos**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná – CREA-PR. 2009.

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador, BA: SENAI, 2007. Disponível em: http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf. Acesso em: 5 ago. 2019.

MAIA, Ana Lúcia *et al.* **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil - PGIRCC**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/2453670-Plano-de-gerenciamento-integrado-construcao-civil-pgircc.html>. Acesso em: 31 maio 2019.

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil. 1ed.**, 162p, São Carlos: Editora RiMa, 2005.

MARQUES NETO, José da Costa. **Estudo da gestão municipal dos resíduos da construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. 2009. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciência da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MARTINS, Flávia Gadêlha. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte – estudos de caso**. 2012. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MATTOS, Aldo Dorea. 2010. **Planejamento e controle de obras (1. ed.)**. São Paulo: Editora PINI.

MOTA, José Carlos et al. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. **ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, São Paulo, Brasil, jan. 2009. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21942>. Acesso em: 4 jun. 2019.

NICHIOKA, Julio. **Análise da sustentabilidade organizacional: o caso da construção civil**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

PANDOLFO, Fernanda. **Proposta de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para um empreendimento localizado em Porto Alegre**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PINHO, Paulo Maurício. **Avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Amazônia brasileira**. 2011. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

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

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

_____. Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas - da ineficácia a um modelo de gestão sustentável. In: CASSA, J. C. S; CARNEIRO, A. P.; DE BRUM, I. A. S. (Org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom**. Salvador: EDUFBA, 2001. p. 78-113.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos Rio Grande do Sul PERS – RS**. Porto Alegre, 15 de outubro de 2014. Disponível em: <http://www.pers.rs.gov.br/arquivos/PERS-SEMA-Audiencia%20Panorama%20RS%20-%202015-10-2014%20-%20REV03.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2019.

ROCHA, Janaíde. C.; JOHN, Vanderley. M. (Ed.). **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Coletânea Habitare.

ROS, Denise Chaves; MAZONI, Patrícia. **Porquê e Como elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1ª Edição. Brasília-DF: Rbucar, 2006.

SÁ, Marcos V. O.; MALHEIROS, Alexandre J. A.; SANTANA, Claudemir G. 2018. **A importância da resolução CONAMA 307 para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil**. Revista do CEDS. Nº 9, Ago/Dez-2018. Disponível em: https://sou.undb.edu.br/ceds/revista?utm_source=direto. Acesso em: 2 nov. 2019.

SCHALCH, Valdir et al. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos e Departamento de Hidráulica e Saneamento, 2002, (Apostila). Disponível em: http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf. Acesso em: 4 jun. 2019.

SEADON, J.K. **Integrated waste management-looking beyond the solid waste horizon**. Waste Management: 2006: 26: 1327-1336. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16765038>. Acesso em: 10 abril 2019.

SILVA, Leonardo Rabelo de Matos; MATOS, Erika Tavares Amaral Rabelo de; FISCILETTI, Rossana Marina De Seta. Resíduo sólido ontem e hoje: evolução histórica dos resíduos sólidos na legislação ambiental brasileira. **AREL FAAR**, Ariquemes, maio 2017. Disponível em: <http://www.faar.edu.br/portal/revistas/ojs/index.php/arel-faar/article/view/249>. Acesso em: 5 jun. 2019.

SILVA, O. H. et al. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria - RS, v. 19, p. 39 - 48, 2015. DOI: 105902/2236117020558. Disponível em: <http://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/20558/pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.

SILVA, P. D. R. **Reutilização de Elementos Construtivos na Construção**. 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

SILVA, Welighda Christia da; SANTOS, Gilmar Oliveira; ARAÚJO, Weliton Eduardo Lima de. Resíduos Sólidos de Construção Civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n.º 2, p. 286-301, jul./set. 2017. DOI: 10.19177/rgsa.v6e22017286-301. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3790 Acesso em: 29 maio 2019.

SILVEIRA, Denise T.; CÓRDOVA, Fernanda P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOUZA, Paula Christyan de Medeiros. **Gestão de resíduos da construção civil em canteiros de obras de edifícios multipiso na cidade do Recife/PE**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

VALENÇA, Mariluce Zepter. **Resíduos da construção civil: O papel das empresas de coleta e transporte de entulho de obras para uma gestão integrada e sustentável na Cidade do Recife, a partir da resolução CONAMA 307/2002**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Gestão e Políticas Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

VELLOSO, Marta Pimenta. Os restos na história: percepções sobre resíduos. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n.º 6, p. 1953-1964, dez. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14131232008000600031&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 6 jun. 2019.

APÊNDICE A

Questionário sobre Gestão dos Resíduos da Construção Civil por parte das construtoras da cidade de Santa Maria – RS

Autora: Bárbara Chaves

- 1- A construtora conhece e aplica a Resolução CONAMA n.º 307/02 em seus empreendimentos?
- 2- A empresa costuma elaborar Planos de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil em suas obras?
- 3- A empresa identifica desperdício nos canteiros? Quais as possíveis causas? Alguma atitude tomada nos últimos anos acabou contribuindo para a redução dos resíduos gerados?
- 4- Acontece por parte da construtora o controle do volume de perdas de insumos espalhados pelos canteiros de obra e dos locais de foco de geração dos mesmos?
- 5- A construtora costuma realizar na etapa inicial das obras um levantamento das características da obra juntamente dos resíduos predominantes e dos processos envolvendo tais resíduos?
- 6- A empresa normalmente realiza a coleta e a triagem dos resíduos gerados? Se não, qual os fatores que levam a empresa não realizar a triagem dos RCC? Se sim, existe um profissional responsável?
- 7- A empresa costumeiramente possui um *layout* do canteiro no qual está indicado os locais de armazenamento temporário dos RCC?
- 8- Quais os dispositivos utilizados para o acondicionamento? Eles são devidamente identificados conforme as classes?
- 9- Como normalmente é realizado o transporte dos resíduos do local de geração até o local de acondicionamento? Quem são responsáveis pelo transporte dos resíduos dentro do canteiro?
- 10- Como acontece o cadastramento das transportadoras? E a destinação final para cada classe de resíduo? Como é realizada a rotina de coleta dos resíduos?
- 11- A construtora realiza a análise da viabilidade econômica e financeira da reciclagem e do reaproveitamento dos RCC nas obras? Se sim, de que forma é realizada? Se não, quais as dificuldades?
- 12- Qual a visão a empresa acerca da importância do gerenciamento dos resíduos nas obras? Quais estratégias a empresa tem aplicado para mudar a realidade atual?

APÊNDICE B

MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONSTRUTORAS DE SANTA MARIA – RS

Pesquisador responsável: Bárbara Chaves

Instituição/Departamento: UFSM

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8144. Avenida Roraima, 1000, prédio 07, Centro de Tecnologia, 97105-970 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Santa Maria, RS

Eu, Bárbara Chaves, responsável pela pesquisa GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONSTRUTORAS DE SANTA MARIA - RS, o convido a participar como voluntário deste estudo.

Esta pesquisa pretende verificar nas construtoras da cidade de Santa Maria - RS, através de pesquisa aplicada, as estratégias e ações relacionadas à gestão e ao gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Para sua realização será feito o seguinte: será realizada uma pesquisa diretamente com as construtoras. O instrumento de coleta de dados será um questionário. A partir das informações coletadas, posteriormente serão analisadas e interpretadas a fim de que sejam obtidos os elementos necessários para discorrer sobre o tema proposto. Sua participação constará de responder o questionário empregado no estudo.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do voluntário

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Santa Maria, RS.