



MARIANNE SILVESTRE TEIXEIRA ALMEIDA

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NA CIDADE DE TRÊS CORAÇÕES/MG**

**TRÊS CORAÇÕES – MG
2020**

MARIANNE SILVESTRE TEIXEIRA ALMEIDA

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
NA CIDADE DE TRÊS CORAÇÕES/MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Vale do Rio Verde (UninCor) como parte das exigências do programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos, para obtenção do título de mestre.

Prof. Orientadora Dr^a. Marília Carvalho de Melo

Prof^a Coorientadora Dr^a Elisa Dias de Melo

**TRÊS CORAÇÕES
2020**

577.4

M386s

ALMEIDA, Marianne Silvestre Teixeira

Diagnóstico do gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Três Corações/MG. – Três Corações : Universidade Vale do Rio Verde, 2020.

138 fls. il

Orientadora: Dr^a. Marília Carvalho de Melo

Prof^a Coorientadora Dr^a Elisa Dias de Melo

Dissertação – Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações/
Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos.

1. Construção Civil. 2. Geração. 3. Resíduos Sólidos.I. Prof^a. Dr^a.
Dr^a. Marília Carvalho de Melo, orientadora. II. Universidade Vale
do Rio Verde de Três Corações. III. Título.

Catálogo na fonte

Bibliotecária responsável: ERNESTINA MARIA PEREIRA CAMPOS DANTAS CRB6: 2.101

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE MESTRADO APRESENTADA POR MARIANNE SILVESTRE TEIXEIRA ALMEIDA, COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE NO PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS.

Aos vinte dias do mês de agosto de dois mil e vinte, reuniu-se, remotamente, a Comissão Julgadora, constituída pelos professores doutores: Profa. Dra. Marília Carvalho de Melo (UninCor), Prof. Dr. José Cláudio Junqueira Ribeiro (Escola Superior Dom Helder Câmara), Profa. Dra. Elisa Dias de Melo (UninCor) e Prof. Dr. Ramiro Machado Rezende (UninCor), para examinar o(a) candidato(a) Marianne Silvestre Teixeira Almeida na defesa de seu trabalho de conclusão de curso intitulado: "DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE TRÊS CORAÇÕES/MG". O(A) Presidente da Comissão, Profa. Dra. Marília Carvalho de Melo, iniciou os trabalhos às 9:00, solicitando ao(à) candidato(a) que apresentasse, resumidamente, os principais pontos do seu trabalho. Concluída a exposição, os examinadores arguíram alternadamente o(a) candidato(a) sobre diversos aspectos da pesquisa e da dissertação. Após a arguição, que terminou às 10:50, a Comissão reuniu-se para avaliar o desempenho do(a) candidato(a), tendo chegado ao seguinte resultado: Profa. Dra. Marília Carvalho de Melo (Aprovada), Prof. Dr. José Cláudio Junqueira Ribeiro (Aprovada), Profa. Dra. Elisa Dias de Melo (Aprovada) e Prof. Dr. Ramiro Machado Rezende (Aprovada). Em vista deste resultado, o(a) candidato(a) Marianne Silvestre Teixeira Almeida foi considerado(a) Aprovada, fazendo jus ao título de Mestre pelo Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos. Sendo verdade, eu, Prof. Francislane Santos Silva do Rosário, Secretária Geral da UninCor, confirmo e lavro a presente ata, que assino juntamente com os Membros da Banca Examinadora.

Três Corações, 20 de agosto de 2020.

Novo título (sugerido pela banca):



Profa. Dra. Marília Carvalho de Melo (UninCor)



Prof. Dr. José Cláudio Junqueira Ribeiro (Escola Superior Dom Helder Câmara)



Profa. Dra. Elisa Dias de Melo (UninCor)



Prof. Dr. Ramiro Machado Rezende (UninCor)



Prof. Francislane Santos Silva do Rosário
Secretária Geral - UninCor

As minhas filhas Júlia e Luiza, meu parceiro de vida Luiz, aos meus pais Euro e Aparecida e meus irmãos Lucas e Beatriz, que sempre me apoiaram e incentivaram nesta etapa tão importante da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre colocar pessoas maravilhosas em meu caminho, as quais me fazem acreditar em um mundo melhor e me encorajam a prosseguir.

Ao meu marido Luiz e filhas Júlia e Luiza, sinônimo de amor e união. Obrigada por entender os momentos de ausência, acreditar no meu sonho e sempre me motivar a seguir em frente. Sem vocês, eu não chegaria até aqui.

À Universidade Vale do Rio Verde – UNINCOR por oportunizar uma formação de excelência.

A minha orientadora Professora Marília pela competência e profissionalismo. Obrigada por sua dedicação que a fez, por muitas vezes, deixar de lado os seus momentos de descanso para me ajudar e orientar. E, principalmente, obrigada por ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo desses anos de trabalho. Você foi e está sendo muito mais que orientadora: para mim será sempre mestre e amiga.

Aos Professores do Mestrado, pela dedicação, competência, apoio e todo conhecimento compartilhado. Em especial a Professora Elisa, minha coorientadora e amiga, pelas conversas, orientações e conhecimento compartilhado que foram fundamentais para meu crescimento e amadurecimento científico.

Aos amigos do mestrado que fizeram parte da minha formação, que serviram de grande fonte de inspiração durante esta jornada. Em especial aos amigos Antonio Otto e Luana, pelos inúmeros trabalhos, seminários e artigos que desenvolvemos juntos, que compartilharam importantes conhecimentos comigo e que muito me ensinaram, estando ao meu lado, prontos para me ajudar sempre que necessário. Obrigada pelo companheirismo e principalmente, pela amizade construída ao longo destes anos.

Ao amigo Clóvis, exemplo de profissional, pelo apoio na construção deste trabalho, pelas inúmeras conversas e colaborações, sua experiência e palavras de incentivo foram primordiais para concluir essa pesquisa.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Três Corações/MG, em especial a servidora Tatiana Vilela, por contribuir constantemente com informações e auxiliar no levantamento de dados, além de intermediar o meu contato com os demais setores da Prefeitura Municipal.

Aos amigos Romualdo e Rafaela por acreditarem nesta pesquisa, por me apoiarem e sempre estar de porta abertas me apoiando com dados e informações que foram fundamentais para a construção deste trabalho.

Agradeço também aos meus irmãos Lucas, Beatriz e ao colega Matheus, pelo auxílio com o banco de dados e elaboração dos mapas. As contribuições de vocês foram muito importantes e é muito bom saber que posso contar com vocês em todos os momentos.

“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

RESUMO

ALMEIDA, Marianne Silvestre Teixeira. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Três Corações/MG. 2020.** 137p. Trabalho de Conclusão de Curso para o Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos – Universidade Vale do Rio Verde (UninCor), Três Corações, MG.

Uma característica presente na construção civil, bem como nas reformas ou demolições é a geração de resíduos compostos de materiais de grande valor econômico e com alto potencial de reaproveitamento e reciclagem na cadeia produtiva da construção civil. A legislação brasileira regulamentada pela Lei nº 12.305 de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) onde determina que a segregação dos Resíduos de Construção Civil (RCCs) ocorram na própria obra, sob a responsabilidade do gerador e que deve garantir o adequado manejo em todo ciclo do resíduo, ou seja, nas etapas de geração, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento, reciclagem, destinação e disposição final. Este trabalho tem como principal objeto de estudo o gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Três Corações/MG, onde não há uma gestão formalmente instituída para RCCs, tão pouco controle acerca da quantidade de resíduos proveniente do referido setor. A presente pesquisa, de cunho exploratório, tem como escopo a avaliação dos resíduos sólidos gerados por atividades de construção, reforma e demolição. Par aos anos de 2014 a 2018 os resultados do volume mínimo gerado de RCCs estimados pelo método indireto, apontou a média de 46,84 t dia⁻¹, enquanto pelo método direto, o volume mínimo transportado para o mesmo período foi de 220,85 t dia⁻¹. Foram levantadas áreas de disposição final dos resíduos dentro da área da cidade e os resultados foram sincronizados com o mapa da região, possibilitando identificar e mapear os locais de disposição final dos entulhos. A falta de um acompanhamento e fiscalização do entulho movimentado e depositado pelas transportadoras acaba gerando um descarte descontrolado por diversas áreas da cidade, inclusive nas margens dos rios. O que contribui para o assoreamento dos rios, entupimento de galerias de drenagem pluvial e pontos de proliferação de vetores transmissores de doenças. Por fim, foi realizado o pré-dimensionamento de uma usina de triagem e reciclagem com capacidade de produção de 20 t h⁻¹ para atendimento da cidades. Indaga-se a possibilidade que somente pela intervenção de uma legislação voltada para o gerenciamento de resíduos da construção civil, associado à criação de locais licenciados para os descartes desses resíduos e posteriores encaminhamentos para uma usina de reciclagem será possível estabelecer um controle na geração dos RCCs na cidade de Três Corações/MG.

Palavra-chave: Construção Civil; Geração; Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

ALMEIDA, Marianne Silvestre Teixeira. **Diagnosis of construction waste management in the city of Três Corações/MG. 2020.** 137p. Course Conclusion Paper for the Master in Sustainability in Water Resources - Vale do Rio Verde University (UninCor), Três Corações, MG

A characteristic present in civil construction, as well as in reforms or demolitions, is the generation of waste composed of materials of great economic value and with a high potential for reuse and recycling in the civil construction production chain. The Brazilian legislation regulated by Law No. 12,305 of August 2010 established the National Solid Waste Policy (PNRS), which determines that the segregation of Civil Construction Waste (RCCs) occurs in the work itself, under the responsibility of the generator and that it must guarantee adequate handling throughout the waste cycle, that is, in the stages of generation, conditioning, transportation, transshipment, treatment, recycling, destination and final disposal. This work has as main object of study the management of construction waste in the city of Três Corações / MG, where there is no formally established management for RCCs, as well as little control over the amount of waste coming from that sector. The present research, of an exploratory nature, aims to assess the solid waste generated by construction, renovation and demolition activities. For the years 2014 to 2018 the results of the minimum volume of RCCs estimated by the indirect method, pointed to an average of 46.84 t day⁻¹, while by the direct method, the minimum volume transported for the same period was 220.85 t day⁻¹. Final waste disposal areas were surveyed within the city area and the results were synchronized with the map of the region, making it possible to identify and map the final disposal sites for the rubble. The lack of monitoring and inspection of the debris handled and deposited by the carriers ends up generating uncontrolled disposal in several areas of the city, including on the banks of rivers. What contributes to the silting of rivers, clogging of storm drainage galleries and points of proliferation of vectors that transmit diseases. Finally, a sorting and recycling plant with a production capacity of 20 t h⁻¹ to serve the cities was pre-dimensioned. The possibility is raised that only through the intervention of legislation aimed at the management of construction waste, associated with the creation of licensed sites for the disposal of these residues and later referrals to a recycling plant will it be possible to establish a control in the generation of RCCs in the city of Três Corações / MG.

Keywords: Construction; Generation; Solid Waste.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza
ATT	Área de Transbordo e Triagem
CDF	Certificado de Destinação Final
CMTE	Cadastro Municipal de Transportadores de Entulho
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
CTR	Controle de Transporte de Resíduos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEA – SISEMA	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
MTR	Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
PNLA	Portal Nacional de Licenciamento Ambiental
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduo de Construção Civil
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEMOSP	Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos
SINIS	Secretaria Nacional de Saneamento
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
URPV	Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes
VRFM	Valor de Referência Fiscal do Município

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução cronológica da base normativa brasileira.....	19
Figura 2 – Princípios de gerenciamento dos RCCs.....	30
Figura 3 - Composição média dos materiais de RCC em obras no Brasil.	31
Figura 4 - Principais etapas metodológicas da pesquisa.	54
Figura 5 - Localização do município de Três Corações/MG	57
Figura 6 – Quantidade mínima de RCC gerada em obras novas formais para os anos de 2014 a 2018.	63
Figura 7 - Comparativo entre a quantificação do RCC obtido pela metodologia indireta e direta.	67
Figura 8 - Comparativo entre a taxa de geração de RCC baseado no Diagnóstico o Manejo de Resíduos Sólido Urbano publicado pela SNIS para os anos de 2014 a 2018 e a geração de RCC em obras novas formais em Três Corações/MG.....	69
Figura 9 – Comparativo entre indicadores para Três Corações/MG.....	70
Figura 10 – Pontos inseridos em área de transição de reserva da Mata Atlântica.....	73
Figura 11 - Mapa com a identificação dos pontos 13, 14 e 25 em áreas de preservação permanente (APP).	74
Figura 12 - Local de depósito de RCC indicado pela empresa transportadora (ponto 1 do Apêndice E).....	75
Figura 13 - Área de depósito de RCC da Prefeitura Municipal de Três Corações/MG.	76
Figura 14 - Canteiro de obras com o RCC acondicionado de maneira inadequada.	77
Figura 15 - Área de descarte de RCC levantados em busca exploratória por Três Corações/MG.....	78
Figura 16 - Planta de beneficiamento de RCC de primeira geração com o sistema de britagem aberto.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de novas construções e a área construída para os anos 2014 a 2018.....	62
Tabela 2 – Quantidade mínima de RCC gerada em Três Corações/MG em obras novas formais nos anos de 2014 a 2018.	63
Tabela 3 – Taxa de geração de RCC na cidade para os anos de 2014 a 2018 para obras novas.	64
Tabela 4 – Volume de RCC transportado pela empresa coletora.	65
Tabela 5 – Volume transportado de RCC na cidade de Três Corações/MG para os anos de 2014 a 2018.	66
Tabela 6 – Quantidade de RCC gerada em obras novas formais e RCC transportado por empresa coletora.	67
Tabela 7 – Taxa de geração de RCC baseado no Diagnóstico o Manejo de Resíduos Sólido Urbano publicado pela SNIS para os anos de 2014 a 2018.....	68
Tabela 8 – PIB municipal e número de empregados formais no setor da Indústria da Construção em Três Corações/MG para os anos de 2014 a 2018.	69
Tabela 9 – Quantidade mínima de RCC em Três Corações/MG para o período de 2014 a 2018.	80

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	A construção civil no contexto ambiental.....	17
2.2	Os resíduos de construção civil e a base normativa brasileira.....	18
2.2.1	Base normativa nacional	19
2.2.2	Base normativa dos Estados e Municípios.....	23
2.3	O gerenciamento de resíduos provenientes da construção civil.....	29
2.3.1	A origem dos RCCs	30
2.3.2	O Transporte dos RCCs	36
2.3.3	A destinação final dos RCCs	37
2.4	Experiências práticas	41
2.4.1	São Paulo/SP	41
2.4.2	Belo Horizonte/MG.....	43
2.4.3	Montes Claros/MG.....	44
2.4.4	Varginha/MG	45
2.5	Metodologias para a quantificação de RCCs.....	46
2.5.1	Pinto (1999).....	46
2.5.2	Xavier e Rocha (2001)	47
2.5.3	Neto e Schalch (2010).....	48
2.5.4	Angulo <i>et al.</i> (2011).....	49
2.5.5	Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014).....	51
2.5.6	Crerios metodol3gicos para quantificar o volume de RCC	52
3	MATERIAL E MÉTODOS	54
3.1	Caracterização da área de estudo	54
3.2	Quantificação da geração de RCC na cidade de Três Corações/MG	58
3.2.1	Geração mínima de RCC pelo método indireto	58
3.2.2	Geração mínima de RCC pelo método direto	58
3.3	Áreas de disposição final dos RCCs e análise ambiental.....	59
3.4	Gerenciamento de RCCs pelas empresas de construção na cidade.....	60
3.5	Pré-dimensionamento da instalação de uma estação de reciclagem de entulho na cidade 60	
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
4.1	Quantificação da geração de RCC na cidade de Três Corações/MG	62
4.1.1	Quantificação da geração mínima de RCC pelo método indireto.....	62
4.1.2	Quantificação da geração mínima de RCC pelo método direto.....	64
4.2	Identificação das áreas de destinação final dos RCCs e análise ambiental.....	70
4.3	Análise do gerenciamento de RCCs pelas empresas de construção na cidade	79
4.4	Pré-dimensionamento da instalação de uma usina de reciclagem	80
5	CONCLUSÕES.....	83
	REFERÊNCIAS	85
	ANEXO A – DADOS DA PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES/MG	100
	ANEXO B - CHECAGEM DE COORDENADAS DO PORTAL NACIONAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL	114
	APÊNDICE A - MAIORES MUNICÍPIOS BRASILEIRO COM LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL conforme metodologia de Ferreira e Ribeiro (2017).	118

APÊNDICE B - MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS COM POPULAÇÃO ENTRE 50 A 100 MIL HABITANTES COM LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	127
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO: TRANSPORTADORES DE RCC.....	129
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO: EMPRESAS CONSTRUTORAS.....	131
APÊNDICE E - ÁREA DE DEPÓSITO DE RCCS DE EMPRESAS TRANSPORTADORAS E DA PREFEITURA MUNICIPAL.....	133
APÊNDICE F - LOCAL DE DEPÓSITO DE RCCs EM CANTEIRO DE OBRA	135
APÊNDICE G - ÁREA DE DEPÓSITO DE RCCs EM GRANDES VOLUMES PELA CIDADE	137

1 INTRODUÇÃO

O setor da indústria da construção civil tem alta influência no desenvolvimento da economia de um país, dada a importância desta atividade para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB). Principalmente em decorrência da importância deste setor como medida de recuperação econômica, o crescimento populacional e conseqüentemente a expansão das cidades para o combate do déficit habitacional do país (MENDES, 2013).

Entretanto, ao longo das etapas de construção, reforma ou demolição são gerados resíduos podendo chegar, em algumas cidades brasileiras, a geração estimada de até meia tonelada por habitante de resíduo de construção civil anualmente (FERNANDEZ, 2012). Esse cenário gera a necessidade de identificar e implantar princípios sustentáveis no setor da construção civil, não apenas pela busca de uma alternativa sustentável de produção, mas também como forma de conservar o meio ambiente.

O Resíduo de Construção Civil (RCC) é definido pela Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em termos técnicos como resíduos “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos” (BRASIL, 2002). Para esta mesma definição também é utilizado o termo Resíduo de Construção e Demolição (RCD). Neste estudo, como forma de padronização, será adotada a terminologia Resíduo de Construção Civil (RCC).

A Lei nº 12.305/2010 de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual determina que a segregação dos RCCs ocorra na própria obra, sob a responsabilidade do gerador e que deve garantir o adequado manejo em todo ciclo do resíduo, ou seja, nas etapas de geração, acondicionamento, transporte, transbordo e disposição final.

Esses princípios preconizam o estabelecimento de um novo modelo de gestão na construção civil, desde o planejamento e execução das obras, ao gerenciamento dos resíduos no canteiro e reutilização, reciclagem ou disposição final conforme a natureza do resíduo.

Este trabalho tem como principal objeto de estudo o gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Três Corações/MG, com localização geográfica estratégica no sul do estado de Minas Gerais.

Três Corações/MG não há uma política formalmente instituída para RCC, tão pouco controle acerca da quantidade de resíduos proveniente do referido setor na cidade. A quantificação e caracterização dos resíduos gerados é um dos principais passos para a minimização da geração de resíduos e adequado gerenciamento (PINTO, MELO e NORATO,

2016). No início da cadeia, ou seja, no canteiro de obra, o gerenciamento adequado de resíduos resulta na redução de geração dos mesmos que é consequência do melhor aproveitamento dos insumos e acarreta a menor necessidade de transporte. O reaproveitamento e a reciclagem destes resíduos podem, portanto, ajudar a baixar custos das construções direta ou indiretamente além de ser um fator importante para a preservação do meio ambiente. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente a correta destinação dos resíduos sólidos é condição primordial para uma cidade sustentável (BRASIL, 2005). A literatura e experiências práticas publicadas demonstram que a implementação de um sistema de gerenciamento de resíduos de construção civil além de reduzir o impacto ambiental, reduz custos para o gerador e tem um potencial econômico para o município (ANGULO, TEIXEIRA e CASTRO, 2011; BRASILEIRO e MATOS, 2015; CARDOSO, GALATTO e GUADAGNIN, 2014; FERNANDEZ, 2012; JACOBI e BENSEN, 2011; KLEIN e DIAS, 2017; LUANGCHAROENRAT, INTRACHOOTTO e SUTTHINARAKORN, 2019).

Com este estudo, indaga-se quanto aos meios para que o setor da construção civil, em parceria com os órgãos municipais de Três Corações/MG, possam implementar um sistema de gerenciamento de resíduos, que estabeleça controle da geração à disposição final e, especialmente, incluam a reciclagem e a reutilização como premissas para o gerenciamento e minimização de impacto ambiental na cidade.

A relevância do presente trabalho é a contribuição para a redução dos impactos gerados pelos RCC em Três Corações/MG, já que se pretende colaborar para a instituição de uma política de gestão de resíduos da construção civil. A política atuará na sensibilização do gerador para redução de resíduos gerados, no responsável pelo transporte dos resíduos e na reciclagem e reutilização, bem como na destinação final adequada dos rejeitos. Além de contribuir para os indicadores ambientais de Três Corações/MG. O projeto tem como resultado secundário o aprimoramento na eficiência econômica no canteiro de obras e possibilidade de redução de despesas na prefeitura, pelo potencial de utilização do resíduo gerado em obras no próprio município, portanto uma fonte de renda e/ou economia para a Prefeitura de Três Corações/MG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A construção civil no contexto ambiental

O meio ambiente está em evidência na imprensa, nas temáticas políticas, no meio empresarial e administrativo. É constante ainda a abordagem deste tema pela população em geral, líderes sindicais e organizações não governamentais. Para o Ministério de Meio Ambiente (BRASIL, 2019) a complexidade das atuais demandas ambientais, sociais e econômicas exige um novo posicionamento dos três níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada.

Dos desafios ambientais postos na atualidade a produção de resíduos sólidos é um dos principais, especialmente em função tanto do volume gerado quanto de local para a adequada disposição (BRASILEIRO e MATOS, 2015). O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza – ABRELPE (2019) apresentou que a geração de resíduos sólidos urbanos para o ano de 2018 somou um total de 79 milhões de toneladas, representando um aumento de pouco menos de 1% em relação ao ano anterior. Do volume total gerado foi coletado 92%, ou seja, 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foi objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio. Este mesmo Panorama registrou um pequeno avanço em relação à disposição final comparado ao ano anterior, indicando que 59,5% do resíduo sólido urbano coletado foi disposto corretamente em aterros sanitários (ABRELPE, 2019). O restante, um total de 29,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos coletados, foi despejado em locais inadequados, que segundo a ABRELPE (2019), “não possuem um conjunto de sistemas e medidas necessárias para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, com danos diretos à saúde de milhares de pessoas”.

Apresentados estes dados, fica evidente que o país tem encontrado dificuldades para implantar uma gestão integrada de resíduos sólidos de maneira efetiva. O resíduo sólido urbano, em muitas cidades, ainda é coletado de maneira irregular, apresentando um grande desafio técnico e econômico para as prefeituras no âmbito da gestão de resíduos sólidos, acarretando um cenário de emergência ambiental e saúde pública (BENSEN *et al.* 2014; PEREIRA *et al.*, 2017; ABRELPE, 2019).

A inexistência ou em alguns casos a ineficiência do gerenciamento dos resíduos gerados, bem como a disposição incorreta, causa impactos no ambiente urbano e nos recursos naturais. Como impactos causados pode-se citar a degradação e poluição do solo,

comprometimento dos corpos d'água e mananciais, obstrução dos sistemas de drenagem, intensificação de enchentes, degradação da paisagem urbana, ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, proliferação de moscas, baratas, ratos e outros vetores de importância sanitária nos centros urbanos (PINTO e GONZÁLES, 2005; JOHN e AGOPYAN, 2000; KLEIN e DIAS, 2017).

Neste cenário mais amplo de gerenciamento de resíduos sólidos sobressaem os resíduos da construção civil pelo seu grande volume gerado. A indústria da construção civil é complexa e envolve diversos seguimentos de extração, transformação e serviços, consumindo quantidades significativas de recursos naturais – renováveis e não renováveis – e energéticos. O setor da construção civil é considerado o maior consumidor de recursos naturais e gera impactos ambientais em todas as etapas de seu processo - extração de matéria-prima, produção de materiais, construção, utilização e demolição (DIAS, 2004). No que se refere à quantidade e volume dos RCC gerados, um estudo realizado por Fernandez (2012) demonstra que podem representar de 50 a 70 % da massa de resíduos sólidos urbanos total gerados no ano.

O crescimento da indústria da construção civil resultou no aumento da geração RCC e, aliada à falta de áreas urbanas aptas para o recebimento, segregação, processamento, reciclagem e disposição final dos rejeitos, contribuiu para o surgimento das disposições irregulares em áreas de bota-fora, onde os resíduos são despejados sem nenhum tipo de controle, causando a degradação do meio ambiente (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

2.2 Os resíduos de construção civil e a base normativa brasileira

A fim de se alcançar a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente são necessárias medidas regulamentadoras. Farias (2016) afirma que a regulamentação ambiental é necessária para que as empresas se voltem para o desenvolvimento de uma gestão ambiental, além de ser uma forma de promover o investimento, a inovação tecnológica e o aperfeiçoamento da gestão ambiental.

Este item será dedicado a contextualizar a evolução da legislação brasileira que trata sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes da construção civil. A fim de obter uma melhor organização textual e facilitar o entendimento do conteúdo a ser apresentado, optou-se por dividir em dois subitens. O primeiro irá abordar a base normativa nacional, na ordem cronológica (conforme representado na Figura 1), dando destaques às leis, resoluções e normas técnicas, e no segundo subitem irá apresentar a legislação de estados e municípios.

Figura 1 – Evolução cronológica da base normativa brasileira

Fonte: A autora.

2.2.1 Base normativa nacional

Até o ano de 2002, não existiam políticas públicas específicas para os resíduos provenientes da construção civil no Brasil, quando o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA aprovou a Resolução n° 307 de 2002, alterada pela Resolução n° 348 de 2004 e Resolução n° 431 de 2011. A referida norma estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o gerenciamento dos RCC, desde a classificação até a sua disposição final adequada, passando pela atribuição de responsabilidade ao poder público municipal e seus geradores (BRASIL, 2004).

A mesma Resolução classifica os RCCs em quatro classes, que tem como objetivo facilitar as práticas de triagem, reaproveitamento, reciclagem e disposição final adequado, conforme segue (BRASIL, 2002; BRASIL, 2004; BRASIL, 2011):

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 infraestrutura, 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, meios-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 e gesso;

III - classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou

aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

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 como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

No que tange a destinação dos RCCs, a Resolução nº 307/2002 estabelece que as áreas propostas para a destinação final dos resíduos de construção devem passar pelo processo de licenciamento ambiental e ser fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes (BRASIL, 2002).

Uma determinação relevante estabelecida pelo CONAMA por meio da Resolução nº 307/2002 é atribuir toda a responsabilidade pelo gerenciamento dos RCCs ao gerador. O que representou um avanço legal e técnico, instituindo responsabilidades aos geradores, tais como a segregação dos resíduos em diferentes classes e o seu encaminhamento para reciclagem e disposição final adequada. (FERNADEZ, 2012).

Com a publicação da Resolução CONAMA nº 307, a norma técnica NBR 10.004 – “Resíduos Sólidos – Classificação” do ano de 1987, até então utilizada como referência para a classificação dos resíduos sólidos no Brasil passou por alterações. A referida norma foi republicada no ano de 2004, sendo complementada e atualizada considerando as questões ambientais e o desenvolvimento sustentável que já eram levantadas desde a primeira publicação (ABNT, 2004a).

A NBR 10.004:2004 classifica os resíduos sólidos conforme a atividade de origem e com seus constituintes. Desta forma, os resíduos sólidos são classificados em (ABNT, 2004a):

- a) Resíduos classe I:
 - Perigosos;
- b) Resíduos classe II:
 - Não perigosos:
 - Resíduos classe II A – Não inertes.
 - Resíduos classe II B – Inertes.

Ainda no ano de 2004, a ABNT publicou outras cinco normas técnicas, específicas para resíduos de construção e demolição estabelecendo recomendações e padronizações

técnicas, todas voltadas para as atividades de triagem, destinação, reuso e reciclagem dos resíduos de construção e demolição, conforme relacionado no Quadro 1.

Quadro 1 - Relação de NBRs específicas para RCCs.

Título	Objetivos	Conteúdo geral
NBR 15112 - Resíduos de construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem - diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004b).	Fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.	Classifica os resíduos da construção civil em classes A, B, C e D conforme resolução CONOMA n° 307. Cita as condições de implantação para as Áreas de Transbordo e Triagem. Por fim, são tratadas as condições gerais para projeto e operação.
NBR 15113 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros - diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004c).	Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.	Trata especificamente dos resíduos que são classificados no grupo "A", abordando as condições de implantação como critérios para localização, acessos, isolamento e sinalização, iluminação e energia, comunicação, análise de resíduo, treinamento e proteção das águas. Por fim são tratadas as condições gerais para projeto e operação.
NBR 15114 - Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004d).	Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A.	Trata especificamente dos resíduos que são classificados no grupo "A", no entanto, seu foco é a reciclagem do material que já foi triado, no intuito de produzir agregados para construção civil. Como as outras normas anteriormente citadas, esta aborda as condições de implantação, condições gerais para projeto e operação.
NBR 15115 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos (ABNT, 2004e).	Estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado “agregado reciclado”, em obras de pavimentação.	Trata sobre a utilização de resíduos da construção civil para execução de subleito, sub-base e base para pavimentos. Estabelece requisitos necessários para o material ser utilizado com esta finalidade, os equipamentos indicados para execução do serviço bem como fixa as condições de técnicas de controle e execução deste tipo de obra.
NBR 15116 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos (ABNT, 2004f).	Estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.	Trata sobre a utilização de resíduos na construção civil em obras de pavimentação viária e em preparo de concreto sem função estrutural. Apresenta os requisitos gerais e específicos para uso, controle de qualidade e caracterização do RCC na pavimentação e para uso no concreto sem função estrutural.

Fonte: A autora.

Em agosto de 2010, o Governo Federal mediante a Lei nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que trouxe importantes instrumentos para que os municípios iniciassem o enfrentamento aos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Esta lei reúne “conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos” (BRASIL, 2010).

A PNRS considera como resíduos da construção civil “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluído os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010).

Os planos previstos pelo PNRS são (BRASIL, 2010):

- a) Plano Nacional de Resíduos Sólidos de responsabilidade da União e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente;
- b) Plano Estadual de Resíduos Sólidos, de responsabilidade de cada Estado, e estabelecido como requisito para a obtenção de recursos da União, ou por ela controlados, para os empreendimentos e serviços destinados ao gerenciamento de resíduos sólidos;
- c) Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, de responsabilidade das municipalidades, e estabelecido como requisito para o recebimento de recursos junto à União para os empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos e
- d) Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, todos os geradores de resíduos (perigosos ou não) estão sujeitos à elaboração deste plano inclusive as empresas de construção civil.

A PNRS determina que a elaboração de um Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) é condição para os Estados e Municípios terem acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010).

O principal pilar da PNRS é o princípio da responsabilidade compartilhada. Isso significa que indústrias, distribuidores e varejistas, prefeituras e consumidores são todos

responsáveis pelos resíduos sólidos e cada um terá de contribuir para que eles tenham uma disposição final adequada (BRASIL, 2010).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a elaboração e a implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é obrigatório às empresas de construção civil (BRASIL, 2010).

Em janeiro de 2012 o CONAMA publicou a Resolução nº 448 de 2012, que altera diversos artigos da Resolução do CONAMA nº 307 de 2002, adaptando a antiga norma à lei 12.305/2010. As classificações dos resíduos da construção civil não foram alteradas, as Classes A, B, C e D foram mantidas. As únicas alterações das classificações foram em 2004, com a Resolução nº 348, que alterou a Classe D e em 2011 com a Resolução nº 431, que alterou a Classe C (BRASIL, 2012).

As alterações apresentadas na Resolução nº 448 vão desde a modificação e inclusão de novas definições relevantes ao cumprimento correto da norma como: reservação de material para usos futuros, área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT), gestão e gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2012).

A publicação da Resolução nº 448 insere um novo conceito no gerenciamento de resíduos da construção civil. Em vários artigos a nova norma cita a reservação, palavra substitutiva para aterro, forma de armazenamento de resíduos, tendo como objetivo o armazenamento de certos resíduos de tal forma que possibilite a sua reutilização no futuro ou futuro emprego da área. O que não deixa de ser uma forma de aperfeiçoar o aproveitamento dos resíduos bem como da área utilizada para o seu armazenamento. Dentre as alterações trazidas pela Resolução nº 448, cabe destacar as referentes a adequações nos processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e preservação de resíduos e de disposição final de rejeitos (BRASIL, 2012).

A Resolução nº 448 altera o prazo para os Municípios e Distrito Federal se ajustarem à nova regulamentação, estabelecendo 12 meses a contar da publicação do texto normativo, para que elaborem seus Planos Municipais de Gestão de Resíduos de Construção Civil. E o prazo para implementar os Planos ficando estabelecido em seis meses após a publicação dos Planos. A resolução entrou em vigor no dia de sua publicação, 19 de janeiro de 2012, deste modo os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deveriam ser implantados até janeiro de 2013 (BRASIL, 2012).

2.2.2 Base normativa dos Estados e Municípios

Mourão, Aragão e Damasceno (2015) consideram que a implantação de programas de

gerenciamento de resíduos por meio de promulgação de leis municipais que estabelecem diretrizes, critérios, procedimentos para o gerenciamento dos RCCs é o fator norteador para a redução do volume desses materiais no município. Entretanto os autores julgaram que mesmo existindo mecanismos para se formar uma base administrativa que assegure o cumprimento das normas no órgão gestor municipal, os instrumentos legais de fiscalização também são necessários para que seus objetivos sejam implementados.

De acordo com os dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE no ano de 2008 do levantamento nacional sobre saneamento básico no Brasil em parceria com o Ministério das Cidades, dos 5.564 municípios brasileiros existentes à época, 4.031 municípios (72,45%) possuíam “serviço de manejo dos resíduos de construção e demolição”; em 392 municípios (7,05%) contemplam “existência e tipo de processamento dos resíduos”, 124 (2,23%) dispõem de “triagem simples dos resíduos de construção e demolição reaproveitáveis (classes A e B)”, em 14 (0,25%) conta com “triagem e trituração simples dos resíduos classe A”, em 20 (0,36%) existe “triagem e trituração dos resíduos classe A, com classificação granulométrica dos agregados reciclados” e somente 79 municípios (1,42%) contam com programa de “reaproveitamento dos agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos”. Somente uma parte dos RCCs desses municípios é destinada às usinas de reciclagem (IBGE, 2008).

No Estado de Minas Gerais, cabe referenciar a Lei Estadual nº 14.128/2001 que “dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais” que tem como objetivo incentivar o uso, comercialização e a industrialização de materiais recicláveis, entre eles os entulhos de construção civil e atribui competências ao poder executivo e estabelece a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD como responsável por coordenar as ações previstas no Art. 3º fundamentais para o seu cumprimento. A lei prevê ações a serem adotadas com destaque a: concessão de benefícios e incentivos fiscais; inserção de empresas de reciclagem em programa de financiamentos com fundos estatais; e celebração de convênios de mútua colaboração com órgãos ou entidades das administrações federal, estadual ou municipal (MINAS GERAIS, 2001).

A fim de proporcionar um instrumento para enfrentar o desafio diário de dar destinação adequada aos resíduos sólidos, antes mesmo da União estabelecer a Política Federal de Resíduos Sólidos, Minas Gerais atendendo a Lei nº 18.031/2009 instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos sobre atividade de manejo e destinação de resíduos sólidos (MINAS GERAIS, 2009; MINAS GERAIS, 2001).

Cabe observar, que a Lei Federal nº 12.305/2010 apresenta muitas semelhanças com a

lei mineira, que já prevê a existência de uma política de resíduos sólidos como condição para que os Municípios possam beneficiar-se de incentivos fiscais estabelecidos pelo Estado como, por exemplo, para aquisição de equipamentos para o setor de limpeza urbana. Também é condição para a concessão de financiamentos pelo Estado e para a transferência voluntária de recursos aos Municípios, para a implantação de projetos de disposição final adequada do lixo.

Conforme estudo realizado por Almeida *et al.* (2019), baseado nos dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, referente a geração de RCC para o ano de 2017 no Estado de Minas Gerais, dos 853 municípios do estado, 53% declararam a geração de resíduos provenientes da construção civil. O baixo índice de declaração de informações demonstra um controle ainda incipiente da geração deste tipo de resíduo.

Apesar de apresentar legislações específicas e incentivar ações no que tange o gerenciamento de resíduos sólidos há quase 20 anos em Minas Gerais, a implementação de ações efetivas para a gestão de resíduos da construção civil ainda é um desafio e deve ser aprimorada. Importante destacar também que as ações de sustentabilidade podem favorecer o desenvolvimento do município quando alinhada às políticas públicas no âmbito da gestão dos resíduos sólidos.

O Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) de Minas Gerais instituiu mediante Deliberação Normativa COPAM n° 232, de 27 de fevereiro de 2019 o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR). O MTR é um sistema *on line* que permite a rastreabilidade dos resíduos gerados e/ou destinados no estado de Minas Gerais, por meio da emissão do manifesto de transporte de resíduos (MTR), documento em que é declarado o gerador, transportador e local a serem destinados os resíduos e rejeitos movimentados no estado. No sistema também é emitido o Certificado de Destinação Final (CDF) pelos empreendimentos de destinação de resíduos (COPAM, 2019).

Ainda, de acordo com a Deliberação Normativa COPAM n° 232, de 27 de fevereiro de 2019, a partir do dia 09 de abril de 2020 toda a destinação dos RCCs deverá ser registrada no Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR/MG), devendo ser disponibilizadas todas as informações referentes ao resíduo, incluindo as empresas de transporte e destinação final devidamente cadastradas nesse sistema. Também será obrigatório o porte de uma via do MTR no veículo e o aceite pelo destinador em até 60 (sessenta) dias após a data de geração.

Sendo assim, a plataforma representa um importante instrumento de gestão e fiscalização, permitindo o monitoramento, pelos órgãos ambientais e de limpeza urbana, da geração, armazenamento temporário, transporte e a destinação final dos resíduos para os quais

o MTR é obrigatório, no território mineiro, que inclui àqueles provenientes da construção civil.

Klein e Dias (2017) recomendam a necessidade de melhorias em formulações e implementação dos instrumentos de políticas públicas para solução da problemática no que diz respeito à destinação dos resíduos sólidos provenientes da construção civil. Os autores ainda indicaram a falta de razoabilidade e critérios adequados na definição do pequeno e grande gerador, o que dificulta a identificação dos mesmos, e recomendam que os serviços de coleta, transporte e tratamento dos RCCs sejam ofertados sob regime de direito público – remunerados por meio de taxa precificada com base em critérios sociais e ambientais, para maior controle sobre os geradores e empresas de transporte.

Segundo Ferreira e Ribeiro (2017) a aplicação de leis municipais exclusivas para a gestão integrada de RCC são ferramentas a serem consideradas para combater dificuldades que surgem devido às características específicas de cada localidade. Com o objetivo de conhecer o panorama brasileiro no que se refere a legislação municipal específica sobre a gestão e gerenciamento de RCC, Ferreira e Ribeiro (2017) analisaram os 200 maiores municípios brasileiros, dentre o total de 5.570 existentes no país no ano de 2017, de acordo com dados do IBGE. Como resultados os autores consideraram muito limitada à abrangência de leis específicas sobre a gestão de RCCs em todo o país, sendo que dos 200 municípios avaliados, apenas 39 (19,5% da amostra) possuem leis municipais que abrangem a gestão e gerenciamento dos RCC.

Os autores destacaram como pior cenário a região Norte, onde seis dos sete estados não possuem municípios com lei específica com foco nos RCCs. Com panorama oposto indicaram a região Sul, onde nos três estados possuem municípios com leis que preconizam a gestão e gerenciamento dos RCCs. Ao analisar números absolutos, Ferreira e Ribeiro (2017) evidenciam o estado de São Paulo que aparece na liderança com 12 municípios contemplados, entretanto, proporcionalmente, esse número representa apenas 22% dos 54 municípios paulistas presentes na amostra estudada. Ao analisar as capitais brasileiras, todas as 27 estão incluídas nos 200 maiores municípios, todavia, apenas 12 (44,4%) possuem legislação sobre o tema. Ferreira e Ribeiro (2017) obtiveram como melhor cenário a região sul que possui legislação municipal sobre RCC em todas suas três capitais. Como a pior situação indicaram novamente a região Norte, com apenas uma capital das sete existentes com esse tipo de dispositivo legal.

A fim de verificar o conteúdo das legislações de políticas públicas voltadas para o gerenciamento de RCCs nos 39 municípios brasileiros levantados no estudo realizado por

Ferreira e Ribeiro (2017), foi observado se as leis fazem referência ao sistema de transporte e a destinação final dos RCCs, se apresenta algum estímulo para que ocorra a redução da geração do resíduo *in situ* e/ou a reciclagem. Ressaltou as inovações presentes na legislação que se diferem e destacam entre as 39 legislações consideradas. Os resultados obtidos estão relacionados no Apêndice A. Na avaliação realizada cabe evidenciar as legislações de Americana no estado de São Paulo, Porto Alegre no Rio Grande do Sul, Cascavel no Paraná e Sete Lagoas em Minas Gerais, como municípios que propuseram em suas legislações diferenciais para a gestão dos RCCs

Americana/SP é uma das cidades pioneiras na implementação de legislação específica para a gestão de RCCs no estado de São Paulo. Por intervenção da Lei nº 4.198 de oito de setembro de 2005, ficou estabelecido no município, que as obras com atividades de demolição e reforma, devem incluir o compromisso com a prévia desmontagem seletiva dos componentes da construção visando à minimização dos resíduos a serem gerados e a sua correta destinação. Constituiu o procedimento de registro e licenciamento para que proprietários de áreas que necessitem de regularização geométrica possam executar Aterro de Resíduos de Construção Civil de pequeno porte, obedecendo às normas técnicas brasileiras específicas. Instituiu as condições para o uso preferencial de agregados reciclados para obras contratadas ou executadas pela Administração Pública Direta e Indireta (AMERICANA, 2005).

Na cidade de Porto Alegre/RS, em nove de março de 2010, a Lei nº 10.84 instituiu que os RCCs Classe A deverão preferencialmente ser destinados a atividades de reciclagem que lhes agreguem valor e gerem trabalho e renda às populações de situações de vulnerabilidade social, em especial a produção de blocos de concreto para a pavimentação de vias urbanas e a construção civil. A lei determina, também, que o gerador e o prestador de serviço de transporte deve firmar contrato de transporte de resíduos da construção civil, estabelecendo a responsabilidade solidária entre o gerador e transportador pela destinação final adequada do RCC e que é de responsabilidade do gerador a segregação dos resíduos sólidos, na origem, de forma a garantir que, nas caçambas e nos "containers", sejam colocados apenas resíduos oriundos da construção civil. Estabelece a elaboração de material publicitário sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos RCCs, que deverá ser disponibilizado em locais acessíveis e vinculado a construção civil (PORTO ALEGRE, 2010).

Por meio das Leis nº 9775 de sete de janeiro de 2011 e nº 5.789 de 19 de maio de 2011 Cascavel/PR, determinou a obrigatoriedade dos PGRCC aos empreendedores de obras que excedem 600 m² de área construída ou demolição com área acima de 100 m², ou remoção de

solo acima de 50 m³. Instituiu o formulário de responsabilidade contendo orientações sobre a segregação, transporte e destino dos RCCs aos geradores para área construída superior a 70 m² e inferior a 600 m². Estabeleceu a obrigatoriedade de instalação de rastreadores nos caminhões transportadores de RCCs para monitoramento e fiscalização a cargo da Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Todas as caçambas estacionárias deverão apresentar-se identificadas com o nome do proprietário, número do telefone, número de frota da caçamba, e a critério da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, será afixado um selo com número do Cadastro Municipal de Transportadores de Entulho - CMTE, devendo estas caçambas ser pintadas em cores vivas, e estar em bom estado de conservação. As caçambas deverão possuir em todos os seus lados a pintura de uma faixa refletora para sinalização, e nas duas laterais, deverá constar as inscrições "PROIBIDO JOGAR LIXO DOMÉSTICO" e "RECLAMAÇÕES - LIGUE 156" (CASCAVEL, 2011a; CASCAVEL, 2011b).

Sete Lagoas/MG promulgou o Decreto nº 5.542 de 27 de setembro de 2016, em que estabelece como integrantes do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil aqueles que geram a quantidade superior de dois metros cúbicos de resíduos da construção civil Classe A e C, previamente segregados devendo os RCCs ser entregues nos locais de recebimento ou transbordo devidamente licenciados pelo município. Como forma de incentivo o município menciona no decreto o estabelecimento, mediante incentivo próprio, a obrigatoriedade de uso de percentual de agregados reciclados nas obras públicas. Faz referência também ao estabelecimento de mecanismos de incentivos para utilização de agregados reciclados nas obras particulares e de reconhecimento às empresas construtoras e de transporte que adotarem práticas adequadas para o gerenciamento dos resíduos (SETE LAGOAS, 2016).

Assim como realizado por Ferreira e Ribeiro (2017), considerando o contexto do presente trabalho, foram levantados todos os municípios do estado de Minas Geras com população entre 50 e 100 mil habitantes, faixa populacional na qual a cidade de Três Corações/MG está inserida, a fim de verificar a existência do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos voltado para a gestão de RCCs. Para este estudo foram identificados 38 municípios mineiros pertencentes a faixa populacional analisada, conforme dados do IBGE para o ano de 2020, destes, somente oito municípios, ou seja 21%, possuem legislação que abordam o gerenciamento dos RCCs (Apêndice B). Cabe destacar as legislações dos municípios de São Sebastião do Paraíso, Guaxupé e Lagoa Santa, por apresentarem pontos inovadores quando comparado com as demais legislações no grupo de municípios mineiros estudados.

São Sebastião do Paraíso/MG, situado na divisa com o estado de São Paulo, promulgou a Lei Municipal nº 3655 de 2010 que estabelece as diretrizes para transporte e destinação dos RCCs. A lei autoriza o município a proceder à cobrança das despesas referentes à utilização das áreas de destinação de RCC excetuando os transportadores que utilizam veículo de tração animal e para tal, estabelece a fórmula de cálculo da taxa a ser cobrada que deve ser fundamentada no Valor de Referência Fiscal do Município (VRFM) baseado no m³ depositado variando de 1% a 4%.

Guaxupé/MG, microrregião de São Sebastião do Paraíso/MG que com a Lei nº 2137 de 2012 estabeleceu as diretrizes para o transporte, disposição final dos RCCs além de estimular a reciclagem dos resíduos, porém sem apresentar ações específicas para tal. Condiciona a emissão de habite-se ou alvará de conclusão à apresentação dos documentos de Controle de Transporte de Resíduos ou outro documento equivalente, que comprove a correta triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados na obra.

Localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, Lagoa Santa/MG por meio da Lei Nº 4.077 de 2017 condiciona o licenciamento anual das caçambas e estipula o uso de senha pela empresa transportadora para acessar o sistema de emissão do Guia de Transporte de Resíduo da Construção Civil que será gerado em decorrência da informação da origem e destinação do RCC.

Diante do apresentado é possível inferir que as ações de sustentabilidade podem favorecer o desenvolvimento do município quando alinhada às políticas públicas no âmbito da gestão dos resíduos sólidos. Para isso, é fundamental dispor os aspectos da sustentabilidade na gestão municipal de resíduos sólidos do município com as dimensões política/institucional, tecnológica/estrutural, ecológica/ambiental, econômica/financeira, inclusão social e conhecimento e cultura (MONTEIRO *et al.*, 2017).

2.3 O gerenciamento de resíduos provenientes da construção civil

Para o setor da construção civil no Brasil é estimado uma geração de resíduos que pode chegar de 50% a 70% de resíduo domiciliar produzido pelos brasileiros, sendo considerado, assim, o maior produtor de resíduos sólidos urbanos da atualidade (IPEA, 2012). Tal geração de RCCs pode refletir em um problema de sobrecarga aos sistemas de limpeza pública municipais caso não atendida obrigação do gerador, de dar destinação adequada ao resíduo de construção civil.

A legislação brasileira estabelece os princípios para o gerenciamento dos resíduos de

construção civil, preconizando uma hierarquia na aplicação dos mesmos na ordem apresentada: a não geração, redução, reutilização, recuperação e reciclagem, bem como, a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos por classe (BRASIL, 2012). Este conceito se aplica desde o canteiro de obra até o processo de segregação, reutilização, transporte e destinação final dos RCCs.

Este tópico será destinado a apresentar os princípios de gerenciamento dos RCCs. Para tal os mesmos serão abordados, considerando três etapas conforme apresentado na Figura 2: a origem dos RCCs (que engloba a geração, segregação e reutilização), o transporte dos RCCs para os pequenos e grandes geradores e a destinação final (disposição em aterro, reciclagem e reutilização).

Figura 2 – Princípios de gerenciamento dos RCCs.

Origem	Transporte	Destino final
<ul style="list-style-type: none"> • Geração • Segregação • Acondicionamento • Reutilização 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenos Geradores: Área de transbordo • Grandes Geradores: Destino final 	<ul style="list-style-type: none"> • Disposição em aterro Classe A • Reciclagem • Reutilização

Fonte: A autora.

2.3.1 A origem dos RCCs

Conforme estabelece a legislação brasileira, o gerador do resíduo é responsável pelo RCC que gera, devendo primeiramente priorizar a não geração de resíduos, e para os resíduos gerados deverá segregar, acondicionar e encaminhá-los para a reciclagem ou uma disposição final, sendo proibido pela legislação brasileira o envio de RCCs a aterros sanitários. (BRASIL, 2002).

2.3.1.1 Geração

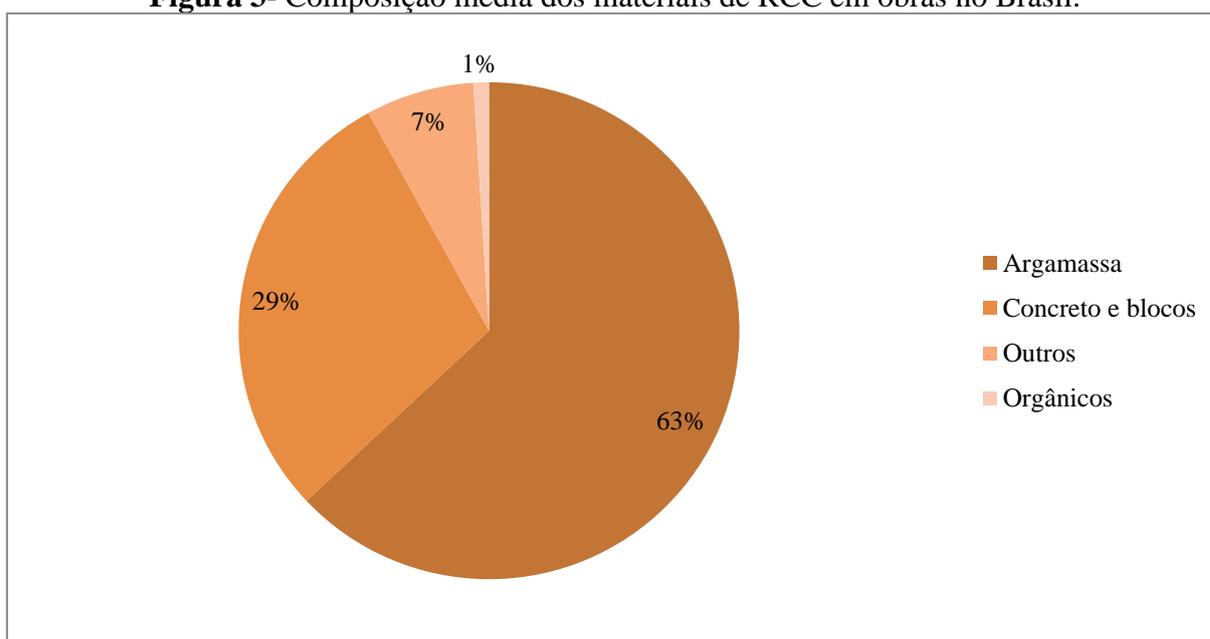
A geração de resíduo na construção civil está diretamente ligada à técnica construtiva utilizada, uma vez que quanto mais industrializado forem os processos construtivos, menor será a geração de RCC. A geração de RCC está também relacionada ao tamanho do projeto e ao local de execução, sendo que os resíduos podem surgir desde o início do processo de construção até a sua entrega (LUANGCHAROENRAT *et al.*, 2019).

Por esses motivos apresentados que se torna difícil estabelecer padrões de geração de resíduos de construção civil por área construída, por exemplo. Fadiya, Georgakis e Chinyio (2014) consideram que as gerações dos resíduos de construção têm um impacto econômico negativo, uma vez que contribuem com os custos adicionais para a construção devido à necessidade de suprir materiais desperdiçados.

A composição dos RCCs é heterogênea, podendo apresentar variação conforme a técnica construtiva utilizada, também estando relacionada a aspectos como: região geradora, condições topográficas, economia, tipo e etapas da obra, técnicas de construção e demolição, tipologia dos materiais, existência de programas de incentivo a minimização de geração, reutilização e reciclagem na fonte geradora (CARNEIRO, BRUM e CASSA, 2001; SANTOS, 2007).

Os resíduos da construção civil, em termos de composição, são uma mistura de materiais inertes, tais como concreto, argamassa, madeira, plástico, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra. Conforme estudo apresentado pelo IPEA (2012) a caracterização dos materiais presentes nos RCCs em canteiros de obras brasileiros (Figura 3) apresenta um maior percentual de argamassa, concreto e material cerâmico. O que demonstra o potencial de reaproveitamento e reciclagem dos RCCs, uma vez que os resíduos mencionados pertencem à classe A, potencialmente aproveitáveis como agregados.

Figura 3- Composição média dos materiais de RCC em obras no Brasil.



Fonte: IPEA, 2012.

Para atingir o objetivo de reduzir a geração dos RCCs nos canteiros de obras, Fadiya,

Georgakis e Chinyio (2014) enfatizam que os gestores da construção civil necessitam explorar as opções de gerenciamento, que envolvem a redução, reciclagem e disposição de resíduos. Os autores consideram que a redução deva ter prioridade entre as opções de gerenciamento de resíduos, entretanto destaca que a redução eficiente só irá ocorrer quando é identificada as fontes de geração de RCCs nos canteiros de obras. Em estudo realizado pelos autores, que avaliaram a frequência e a gravidade da contribuição das fontes de RCCs nos canteiros de obras do Reino Unido, verificou-se que os resíduos de materiais (gerados em decorrência de cortes para adaptar as medidas dos elementos ao projeto), apresentam maior contribuição para o volume de RCCs gerado. Para os autores, a geração destes resíduos pode ser reduzida a partir da adoção de medidas padrões nos projetos baseada nas dimensões dos materiais (FADYIA, GEORGAKIS e CHINYIO, 2014).

Assim como Fadiya, Georgakis e Chinyio (2014), Luangcharoenrat *et al.* (2019) consideram que o conhecimento abrangente dos fatores de geração de RCCs é necessário para que se possa reduzir e gerenciar esses resíduos. Em pesquisa realizada na indústria da construção da Tailândia, com a finalidade de identificar os principais fatores que contribuem para geração de RCC, Luangcharoenrat *et al.* (2019) identificaram 28 causas distintas, que foram agrupadas em quatro categorias: projeto e documentação, material e suprimentos, construção método e planejamento, e recursos humanos. Por meio de um questionário aplicado a empreiteiros, os autores puderam identificar que as categorias que contribuem para a geração de resíduos são em ordem de contribuição: (1) projeto e documentação, (2) recursos humanos, (3) métodos e planejamento de construção e (4) material e compras. Fatores como mudança de projeto, atitudes e comportamentos desatentos da mão de obra, planejamento ineficaz e programação e armazenamento de materiais estão entre os fatores de maior impacto nos resíduos de construção geração em cada categoria (LUANGCHAROENRAT *et al.*, 2019).

Silva, Quelhas e Amorim (2017) utilizaram da metodologia de gestão ambiental atendendo a conceitos da Produção Mais Limpa aplicada nos canteiros de obras de Pequenas e Médias Empresas, em que comparam o modelo padrão normalmente utilizados por empresas da construção civil e as práticas de gestão ambiental empresarial. O autor observou que ao utilizar do instrumento de gestão ambiental tendo como princípio a Produção Mais Limpa nos canteiros de obras além de apresentar melhoria da gestão ambiental, resultou em benefício econômico e financeiro das empresas estudadas. O estudo considera também a cadeia produtiva do setor construtivo extensa, de forma que as ações ambientais das construtoras de pequeno ou médio porte, exclusivamente aplicadas a um canteiro de obras, podem ter pouco

impacto ao se analisar o ciclo de toda a cadeia produtiva da construção civil. Entretanto, uma aplicação sistêmica de ações para redução dos impactos ambientais nos canteiros de obras pode ser reproduzida por toda a sua extensão impactando consideravelmente em todo o setor.

2.3.1.2 Segregação

A segregação, como é estabelecida pela Resolução CONAMA nº 307/2002, deve ser realizada, preferencialmente, na origem pelo gerador ou em áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, sendo que os geradores devem ter como prioridade a não geração de resíduos (BRASIL, 2012).

Segundo De Souza *et al.* (2004), no que diz respeito ao canteiro de obras, existem políticas de coleta segregada dos resíduos gerados, visando à sua reciclagem ou reuso. No entanto, embora seja um requisito legal dar uma destinação adequada aos resíduos, deve-se priorizar ações que visem à sua redução diretamente na fonte de geração, ou seja, nos próprios canteiros de obras, que, somadas às ações de adequar a destinação desses resíduos, podem contribuir significativamente para a redução do impacto da atividade construtiva no meio ambiente. De Souza *et al.* (2004) afirmam que o mais racional é estabelecer um processo mediante a programação de atividades, aprimorando e operacionalizando por meio da postura de gerenciamento contínua de consumo de materiais, visando ao aprimoramento no uso dos materiais nos canteiros, reduzir o consumo desnecessário de materiais na construção civil e conseqüentemente amenizando o impacto ambiental.

Batista Jr e Romanel (2013) consideram como barreira atual do gerenciamento de RCCs a segregação dos materiais por classe, tendo como objetivo à sua posterior reciclagem ou descarte, uma vez que só é previsto a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos para grandes obras. Segundo os autores os resíduos gerados em pequenas obras descartados em caçambas de rua ou lançados em vias públicas ou terrenos baldios representam um volume a ser considerado. Muitas vezes não é possível o reaproveitamento do entulho gerado no canteiro de obras no próprio local de geração. Com o propósito de minimizar esse impacto, Batista Jr e Romanel (2013) sugeriram um plano de gestão circular, dedicado aos pequenos geradores, com “obrigatoriedade de segregação dos materiais, instalação de pontos de recolhimento pelos bairros da cidade e implantação de centros de tratamento de resíduos da construção civil, operados por associações de catadores, com objetivo de produção de materiais reciclados” (BATISTA JR e ROMANEL, 2013). Desta forma, a correta separação e a destinação para locais de reaproveitamento são fundamentais para dar um fim sustentável a

estes resíduos.

2.3.1.3 Acondicionamento

Os Resíduos de Construção Civil após a etapa de segregação devem ser acondicionados até que ocorra o transporte para o destino final. O acondicionamento inicial ocorre no próprio canteiro de obras, local onde os resíduos são gerados. Para tal, é necessário destinar locais específicos para o acondicionamento dos RCC devidamente identificados.

De acordo com o a publicação ‘Gestão de Resíduos na Construção Civil: Redução, Reutilização e Reciclagem’ o acondicionamento dos RCCs deve garantir que os mesmos continuem segregados de forma a ser mantida as características para a reciclagem conforme as classes do CONAMA 307/2002. Ainda assim, o acondicionamento final deve ocorrer de forma a facilitar a sua remoção para a destinação final (FIEB, 2006).

2.3.1.4 Reutilização

A reciclagem de RCC e a reutilização no próprio canteiro de obras como matéria-prima alternativa é uma solução cada vez mais defendida pelos pesquisadores (BRASILEIRO e MATOS, 2015; ARAUJO *et al.*, 2016). Esta alternativa representa uma redução na exploração de jazidas minerais para a extração de recursos naturais, bem como uma alternativa para cidades com restrições de espaço para a deposição desses resíduos em aterros contribuindo para a vida útil dos mesmos (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

A Resolução CONAMA nº 307/2002 define a reutilização como o “processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo”, enquanto a Reciclagem é o “processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação” (BRASIL, 2002).

Dentro dos processos produtivos da construção civil, em algum momento irá gerar RCC o que pode acarretar no seu reaproveitamento *in loco* ou o descarte deste resíduo, seja para ser reciclado ou encaminhado para aterros (PINTO, 1999). Embasados nessa premissa Marques *et al.* (2017) realizaram estudo com RCCs do tipo A e com lama originada do corte do mármore e granito com o objetivo de produzir um revestimento cimentício de parede. A pesquisa foi realizada na cidade de Campo Grande/MS com material recolhido já em forma de agregado em cooperativas e marmorarias locais. Como parâmetros de testes, foi utilizado como referência, a dosagem de 1:3 (uma parte de cimento para três partes de RCC), e em

seguida foram substituídas partes dos agregados de RCC por lama de mármore e granitos. Foram testados traços com partes de 50% de RCC e 50% de lama de mármore e granito e 75% de RCC e 25% de lama de mármore e granito. Verificou-se a estabilização da mistura, o acabamento superficial, o desmolde, a resistência a compressão simples, capacidade de absorção e resistência. Como resultado final, Marques *et al.* (2017) obtiveram um resultado satisfatório no que diz respeito a estabilização, porosidade e acabamento, mas afirmam, que é necessário novos processos a fim de obter uma superfície mais lisa, uma vez que o objetivo seria utilizar o material para revestimento de paredes.

O setor da construção civil comparado com as diversas indústrias é um dos segmentos que mais se destacam na viabilidade de utilizar técnicas de reaproveitamento de resíduos proveniente dos canteiros de obras. O reaproveitamento destes resíduos pode possibilitar a melhoria das características de alguns materiais de construção, podendo inclusive diminuir o custo de construção, ponto importante quando se considera o déficit habitacional do Brasil, além de contribuir para a conservação ambiental (SILVA, MALHEIROS e CAMPOS, 2013).

Santos e Marchesini (2018) realizaram um estudo de caso, feito em campo com uma empreiteira de médio porte na cidade de São Paulo/SP responsável por uma obra que possuía certificação de construção sustentável. Os autores destacaram duas etapas, que segundo eles são efetivas nos canteiros de obras para que seja aplicada a logística reversa. A primeira etapa seria o correto acondicionamento dos RCCs: os entulhos devem ser separados de forma adequada, facilitando a remoção pelos responsáveis e para tal afirmam que é fundamental a definição dos locais de descarte no planejamento inicial da obra. O segundo passo é tentar reutilizar e/ou reciclar os resíduos dentro da própria obra quando nenhum controle rigoroso da qualidade é exigido, tais como assentamento de batentes, enchimento de rebocos internos ou degraus de escada, drenos de floreiras e de pátios de estacionamento, remendo e emenda de alvenarias, concretos de piso para abrigos de automóveis leves, vigas e pilares de concreto com baixa solicitação, entre outros. (SANTOS e MARCHESINI, 2018). Como barreiras para a aplicabilidade da logística reversa nos canteiros de obras levantadas por Santos e Marchesini (2018) foram a falta de áreas internas dentro da própria empresa vocacionada a difusão das ações ambientais e capacitação e conscientização dos funcionários, colaboradores e clientes. A dificuldade encontrada pela empresa na insuficiência de área na obra para separação e armazenamento dos RCCs e na reinserção deste resíduo na cadeia produtiva, por falta de empresas especializadas no mercado para a reciclagem.

Para De Farias (2016) as mudanças na forma de produzir das empresas, levando em consideração a importância de um produto de qualidade, mas que também seja um produto

que será utilizado com responsabilidade social e ambiental estão associados a consciência no que diz respeito aos impactos ambientais e a compreensão da sua magnitude somados à exigência legal, de mercado e pressões populares. Para o autor, tal modificação está diretamente ligada a mudança do comportamento do consumidor, com a evolução nos debates sobre os problemas ambientais, o que gera, de certa forma, uma pressão para que as empresas adotem melhorias em seus produtos ou processos de produção. Na construção civil esta tendência pode ser observada com o aumento das certificações de construção sustentáveis (SILVA e PARDINI, 2010). As eco-inovações nas matérias primas (suprimentos para a construção civil) é uma forma de gerar benefícios estratégicos, econômicos e ambientais, na redução de utilização de recursos naturais usualmente explorados para produção de matéria prima no setor (DE FARIAS, 2016). Tais iniciativas geram melhoria da imagem organizacional e ampliam o mercado para clientes que valorizam o tratamento de questões ambientais.

2.3.2 O Transporte dos RCCs

Os transportadores são definidos pela Lei nº 12.305/2010 como ‘as pessoas físicas ou jurídicas encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação’.

Os RCCs devem ser transportados para o local de destinação acompanhado do Controle de Transporte de Resíduos (CTR), a ser emitido em três vias (gerador, transportador e destinatário) contendo informações, como: nome do gerador, responsável pelo transporte, endereço da retirada, endereço do destino, volume ou quantidade a ser transportada, descrição do material predominante, data e assinatura dos envolvidos (ABNT, 2004b).

A NBR 15.112/2004 (ABNT, 2004b) preconiza os locais a serem levados os RCCs, cabendo aos pequenos geradores encaminhar aos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) e os grandes geradores transportarem a local de recebimento de grandes volumes.

Os chamados PEV ou Ecopontos são áreas para transbordo e triagem de pequenas quantidades de RCC, resíduos volumosos e da coleta seletiva, integrante do sistema público de limpeza urbana (ABNT, 2004b). São locais específicos em bairros, para a atração e concentração de diversos tipos de resíduos, transformando resíduos difusos em resíduos concentrados, propiciando a definição da logística de transporte, com equipamentos adequados e custos suportáveis (BRASIL, 2005).

Americana/SP define “Grandes Volumes de Resíduos da Construção civil e Resíduos Volumosos” como os RCCs contidos em volumes superiores a um metro cúbico e “Pequenos Volumes de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos” como os RCCs contidos em volumes de até um metro cúbico. De acordo com a referida lei os pequenos geradores podem transportar seus próprios resíduos e, quando usuários de serviços de transporte, ficam obrigados a utilizar exclusivamente os serviços de remoção de transportadores licenciados pelo Poder Público Municipal. O município implementou os chamados ‘Pontos de Entrega para Pequenos Volumes’ local que tem como função receber do moradores e pequenos transportadores cadastrados “descargas de resíduos de construção e resíduos volumosos, limitadas a um metro cúbico por descarga, para triagem obrigatória, posterior transbordo e destinação adequada dos diversos componentes destinar áreas livres reservadas ao uso público”. Já os grandes geradores devem em seus Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil devem indicar os agentes responsáveis pelo transporte dos RCCs, devidamente licenciados ou autorizados pelo Poder Público (AMERICANA, 2005).

No PMGRS da cidade de Passo Fundo/RS foi instituído que as empresas transportadoras devem se adequar a reciclagem e o processamento dos RCCs ou estabelecer parcerias com outras empresas que possuam empreendimento específico para a correta destinação do resíduo (PASSO FUNDO, 2014).

As cidades de Recife/PE e Salvador/BA preveem a cobrança pelo serviço prestado para a coleta e transporte de pequenos volumes de RCCs quando realizado pela Prefeitura Municipal, tendo como base o peso dos RCCs e os custos operacionais do sistema (RECIFE, 2005; SALVADOR, 1998).

É necessário que o transporte utilizado seja compatível com a forma que os RCCs estão acondicionados na obra, o volume a ser transportado e o local de destinação. Segundo o PNCR cabe aos municípios a exigência do cadastro dos transportadores de resíduos da Classe A (BRASIL, 2012).

Uma forma de reduzir os custos com a coleta e remoção dos resíduos é mediante parcerias com cooperativas. De qualquer forma é necessário definir o local onde os resíduos serão depositados. Contudo é preciso verificar quais as soluções disponíveis em cada cidade e região do país (FIEB, 2006).

2.3.3 A destinação final dos RCCs

O Art. 4 da Resolução CONAMA nº 307/2002 enfatiza que os RCCs não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Os RCCs - Classe A - devem, preferencialmente, ser reciclados/reutilizados ou dispostos em aterro de inertes (BRASIL, 2002). Estabelece ainda que os resíduos da construção civil devem ser destinados conforme apresentado no Quadro 2 (BRASIL, 2002):

Quadro 2 - Destinação dos RCCs conforme a Resolução CONOMA nº 307/2002.

RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL	DESTINAÇÃO
Classe A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
Classe C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: BRASIL, 2002.

Outros importantes instrumentos legais que direcionam os geradores de RCCs quanto a destinação dos resíduos provenientes de construção civil são as normas técnicas da ABNT (citadas no item 2.2.1 deste Referencial Teórico), que envolvem as diretrizes para implantação de áreas de transbordo e triagem, de aterros de inerte e de reciclagem de RCC, conforme descritas a seguir:

- **Áreas de Transbordo e Triagem (ATT):** espaço destinado ao recebimento de RCC e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, para eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 2004b). A ATT pode estar associada a um aterro de resíduos classe A.
- **Centrais de Reciclagem:** são destinadas ao recebimento e transformação de resíduos classe A previamente triados para produção de agregados reciclados (ABNT, 2004d).

- **Aterro de RCC e resíduos inertes:** Locais onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA n° 307/2002 (BRASIL, 2002). A NBR 15113:2004 estabelece os requisitos mínimos exigíveis para o projeto, implantação e operação do aterro de RCC e de resíduos inertes. O aterro visa a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 2004c).

Os resíduos recebidos dos transportadores devem ser previamente separados, na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem ou em área de triagem estabelecida no próprio aterro, de modo que nele sejam dispostos apenas os resíduos de construção civil classe A ou resíduos inertes. Os RCCs das classes B, C ou D devem ser encaminhados à destinação adequada e os enquadrados na classe D devem ser armazenados temporariamente protegidos de intempéries.

Brasileiro e Matos (2015) destacam aplicabilidades dos RCCs reciclados, tendo como principais a utilização em pavimentação, como agregado para concreto e argamassas, base ou sub-base. A aplicação de entulho na forma de brita corrida ou em misturas do resíduo com solo, em bases e sub-bases e revestimentos primários de pavimentação é uma forma simples de reciclagem. Ainda, segundo os autores, os agregados convencionais que compõem o concreto podem ser trocados por agregados oriundos dos RCCs reciclados como forma de melhoria do desempenho do concreto pelo baixo consumo de cimento, bem como esses agregados podem ser usados em argamassas de assentamento de tijolos e blocos ou em revestimentos internos e externos (chapisco, emboço e reboco).

Uma das condições de sucesso das centrais de reciclagem de resíduos de construção, segundo John e Agopyan (2000), é o estabelecimento de uma rede de captação de resíduos dentro da malha urbana, capaz de atrair via redução de distâncias de transporte, as caçambas de coleta bem como os coletores autônomos. Os autores também consideram, do ponto de vista financeiro, que o sistema é interessante para as prefeituras porque permite a redução global dos custos pela utilização de agregado reciclado em obras municipais quando a redução das despesas do recolhimento de entulhos clandestinos, além dos ganhos ambientais associados.

Araújo *et al.* (2015) realizaram estudo defendendo a reutilização dos RCCs na forma de agregado graúdo como substituição dos agregados naturais na produção de concreto com

finalidade estrutural. Para verificar tal viabilidade, os autores, caracterizaram os resíduos enquadrados na Classe A da Resolução nº 307 do CONAMA (2002) gerado em uma empresa na região de Goiânia. Após a caracterização do agregado, foram analisados traços de concreto contendo vários níveis de substituição do agregado natural pelo agregado reciclado em diferentes proporções (0%, 19%, 43%, 75%, 100%). Como resultado foi possível verificar que não houve prejuízo nas propriedades do concreto nos estados fresco e endurecido, com destaque para a resistência à compressão e o módulo de elasticidade ao se utilizar o agregado reciclado. Araújo *et al.* (2015) defendem que apesar das normas brasileiras ainda não permitirem essa substituição para concretos com fins estruturais, é possível a confecção de concretos com finalidade estrutural e com até 100% de agregados graúdos reciclados. Entretanto, afirmam que para isso é imprescindível garantir a qualidade dos agregados reciclados, o que, segundo os autores, pode ser realizado pelo controle da massa específica do agregado reciclado (ARAÚJO *et al.*, 2015).

A utilização da Logística Reversa para a destinação ambientalmente correta dos resíduos sólidos gerados pela construção civil, como as abordadas anteriormente, é uma das premissas segundo Santos e Marchesini (2018) para viabilizar a reciclagem e a reutilização dos RCCs. Uma das questões levantadas pelos autores é que além da baixa tecnologia para a reciclagem e dos fracos incentivos legais, há principalmente a falta de uma cultura de separação de resíduos. Muitos dos RCCs não retornam para a cadeia de valor por falta do mapeamento das etapas e atividades do ciclo de retorno para o reaproveitamento ou a destinação final ambientalmente correta dos RCCs.

Os dados obtidos por Pinto (1999) mostram que a implantação e operação do sistema de gerenciamento do RCC são compensadas pela redução da necessidade de coleta e deposição do resíduo depositado ilegalmente e pela substituição de agregados naturais adquiridos de terceiros para consumo nas obras da municipalidade pelo agregado reciclado.

As práticas de reciclagem e reutilização dos RCCs são aderentes ao conceito de economia circular, uma vez que os RCCs são reinseridos no ciclo produtivo da construção civil, reduzindo a necessidade de extração de matérias-primas naturais e diminuindo os danos ambientais decorrentes. Ainda assim, segundo Paschoalin Filho, Frasson e De Melo (2019) a reciclagem e reutilização dos RCCs apresentam limitações relacionadas à falta de infraestrutura logística, à utilização de sistemas manuais e à baixa de qualificação técnica dos profissionais envolvidos no processo. Segundo o autor o que prejudica a aceitação do agregado reciclado produzido pelo mercado consumidor, mesmo este apresentando custo de aquisição inferior ao agregado tradicional (natural).

2.4 Experiências práticas

Este item será dedicado a apresentar experiências práticas obtida em municípios brasileiros em Gestão de Resíduos de Construção Civil.

2.4.1 São Paulo/SP

São Paulo/SP está entre as cidades mais populosas do mundo, e conforme dados divulgados pelo IBGE, o município, no ano de 2017, foi responsável por 10,6% do PIB nacional (IBGE, 2017). Para Jacobi e Besen (2011) a política de gestão dos RCCs de São Paulo/MG “é pioneira e vem avançando”. Implementada pelo Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, promoveu o aumento da oferta de áreas para deposição regular dos resíduos da construção e demolição de pequenos e grandes geradores, além de facilitar e incentivar a reciclagem desses materiais.

A legislação de São Paulo/SP proíbe a deposição de entulho em vias e logradouros públicos e permite que cada imóvel gerador encaminhe o máximo de 50 kg de entulho por dia a ser recolhido pela Prefeitura Municipal de São Paulo/SP com a coleta domiciliar convencional. Entretanto condiciona que os RCCs estejam devidamente acondicionados. Uma alternativa para os pequenos geradores é encaminhar o RCC para os Ecopontos, que são unidades para o descarte gratuito diário de até um metro cúbico. Nestes locais podem ser descartados entulhos, madeiras, podas de árvores e grandes objetos (SÃO PAULO, 2014).

A cidade ainda possui em diferentes regiões cinco ATTs para o reaproveitamento dos RCCs onde o material recolhido é separado, o resíduo de origem mineral (concreto, argamassa, alvenaria e outros) é encaminhado para aterros de inertes, o rejeito é levado para aterros sanitários e o resíduo reaproveitável é comercializado (JACOBI e BESEN, 2011).

Os grandes geradores devem apresentar junto a Prefeitura Municipal, no processo de licenciamento da obra, o programa de gestão dos resíduos e a destinação final, inclusive indicar a quantidade a ser gerada. Neste caso, a legislação municipal estabelece que o gerador é o responsável pela remoção e pela destinação do entulho e para tal é necessário contratar o serviço legalizado das empresas transportadoras que operam com caçambas. É necessária a comprovação de que o entulho recolhido pelas empresas transportadoras foi encaminhado para a reciclagem ou disposto em aterros de resíduos da construção devidamente licenciados (JACOBI e BESEN, 2011).

De acordo com a Prefeitura Municipal, mesmo existindo locais como os PEVs e Ecopontos, e além de realizarem constantemente ações voltadas para a conscientização da população sobre a disposição correta dos RCCs, ainda assim é comum a disposição incorreta dos RCCs. Locais como terrenos baldios, construções abandonadas e calçadas são os mais comprometidos por esta disposição irregular (PMSP, 2019a PMSP, 2019b).

O estudo realizado por Klein e Dias (2017) aponta que, no ano de 2013, existiam 77 PEVs distribuídos pela cidade de São Paulo/SP. Entretanto, os autores contabilizaram aproximadamente 4.500 locais com disposição irregular de RCC, locais denominados por eles como “pontos viciados”.

A eliminação dos chamados “pontos viciados” tem sido um grande desafio para o poder público municipal. Mesmo após o recolhimento e limpeza contínua destes locais de depósito irregular pela limpeza urbana, a prática periódica de descarte de RCCs por pequenos geradores e empresas transportadoras vem se repetindo (KLEIN e DIAS, 2017). Em seu estudo, Klein e Dias (2017) apontam a previsão, pela Prefeitura Municipal, de 300 ecopontos até o ano de 2020. Entretanto os autores alertam que não existem dados suficientes e informações que garantam que a ampliação destes pontos irá refletir na redução dos pontos viciados. Segundo Klein e Dias (2017) esse panorama é um problema em ascensão à municipalidade.

Conforme dados disponibilizados pela Prefeitura, atualmente existem 104 ecopontos em funcionamento em São Paulo/SP, que são administrados por duas empresas privadas por contratos de serviço (PMSP, 2019a).

Em pesquisa realizada por Ito (2019) foi realizado uma análise do modelo de gerenciamento dos resíduos volumosos adotado por São Paulo/SP. O estudo apresentou apontamentos para os pontos críticos presentes na gestão dos RCCs e expôs propostas para um gerenciamento mais adequado do ponto de vista socioambiental. O autor aponta como dificuldades enfrentadas pela população, no que tange o descarte de RCCs, a falta de divulgação e a logística dos ecopontos. Aponta também falhas na rotina de funcionamento e gerenciamento destes locais, e cita a falta de comprometimento dos usuários com as normas dos ecopontos, problemas estruturais/organizacionais bem como a ausência de aproveitamento e valorização dos RCCs. O autor sugere como ações a fim de se estabelecer uma forma de gerenciamento sustentável para São Paulo/SP, a adoção de medidas focadas na redução do volume dos RCCs, por meio de sua reciclagem e reutilização concomitante com atividades de educação ambiental voltada para os pequenos e grandes geradores (ITO, 2019).

2.4.2 Belo Horizonte/MG

Belo Horizonte/MG, é considerada uma referência em se tratando de reciclagem de RCC no Brasil, segundo FIEB (2006). O município tem implantado desde 1993, o plano de gestão diferenciada, inicialmente denominado Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção, este programa definiu ações específicas voltadas para a captação, reciclagem, informação ambiental e recuperação de áreas degradadas (FIEB, 2006).

Este programa fez parte de um pacote maior de ações que constituiu o Modelo de Gestão de Resíduos de Belo Horizonte. No qual definiu-se a necessidade de uma rede de atração com nove áreas e quatro centrais de reciclagem. O processo de implantação dessas unidades foi iniciado em 1995 e em 1999 tinha evoluído para 50% do que tinha sido previsto inicialmente (PINTO, 1999). Atualmente Belo Horizonte/MG encontra-se em fase de revisão do processo de gestão e gerenciamento dos RCCs, reestabelecendo o planejamento e as novas ações, e elaborando o Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (ALMEIDA *et al.*, 2014).

No presente existem em Belo Horizonte/MG 33 Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs) distribuídos nas nove regionais administrativas, e três unidades de reciclagem dos Resíduos Classe A. Podem ser depositados nas URPVs resíduos da construção civil e de podas de árvores, pneus, colchões e móveis velhos. A população pode entregar o material, gratuitamente, nesses locais ou contratar um carroceiro para buscá-lo. A coleta e transporte dos entulhos no município busca valorizar a atividade dos carroceiros, que são organizados em associações e cadastrados com veículos transportadores autônomos (PMBH, 2017).

O material recebido nas URPVs é separado em caçambas e recolhido regularmente pela Prefeitura Municipal. O resíduo recebido passa por triagem, e parte dos rejeitos vai para o aterro sanitário e outra parcela é destinada às Estações de Reciclagem de Entulho, onde os resíduos são transformados em agregado reciclado, que pode novamente ser reintroduzido na cadeia da construção civil (PMBH, 2019). A prefeitura de Belo Horizonte/MG utiliza o RCC reciclado em suas usinas em obras de reestruturação de vilas habitacionais para população de baixa renda, e utiliza como agregado reciclado nas obras de manutenção de instalações de limpeza urbana, em pavimentações e em outras obras públicas (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

Segundo a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, os RCCs representam 26% do total de resíduos recolhidos no município e 80% da coleta de materiais recicláveis. No ano de

2016, foram encaminhadas 24,5 mil toneladas de RCC para as usinas de reciclagem, que juntas, as estações britaram 15 mil toneladas de resíduos (PMBH, 2017).

Belo Horizonte/MG ainda conta com um canal de atendimento para denúncia, onde o cidadão que presenciar deposição clandestina de resíduo ou estiver prejudicado por esse tipo de prática pode registrar a denúncia (PMBH, 2017).

2.4.3 Montes Claros/MG

Montes Claros/MG, localizado no norte do estado de Minas Gerais vem, nos últimos anos, apresentando um forte e célere processo de desenvolvimento e expansão, com intenso crescimento em diversos setores da economia o que reflete em investimentos na construção civil (AFONSO, 2019).

Em decorrência do crescimento acelerado e o aumento de obras que vem ocorrendo no município, segundo Mourão, Aragão e Damasceno (2015) é possível observar a presença de focos de pontos clandestinos de depósitos de RCCs pela cidade. O que, segundo os autores, demonstra a falta de ação efetiva de políticas públicas com o objetivo de disciplinar e ordenar os fluxos da destinação dos resíduos da construção civil na cidade.

A geração dos resíduos na cidade de Montes Claros/MG se iguala as grandes cidades como Belo Horizonte/MG e Sete Lagoas/MG com 1.000 t dia⁻¹. E a disposição final destes resíduos gerados ocorre no aterro controlado em plataformas com áreas de 25 ha. Os RCCs vêm sendo usados como material para nivelamento dos taludes e cobertura das valas de disposição dos resíduos sólidos urbanos, não podendo ser observado a separação por classe entre os RCCs e os demais resíduos (AFONSO, 2019). A forma de descarte realizada pelo município fere a legislação nacional bem como a Lei municipal nº 3.754, de 15 de julho de 2007.

Em estudo realizado por Afonso (2019) para o município, o autor apontou, por meio de análise documental e entrevistas para os anos de 2008 a 2010, a geração média anual de 55.517,33 toneladas de RCCs. Este volume corresponde a 45,77% de todo o resíduo gerado pela cidade, não recebendo tratamento e nem uma disposição final adequada. Já Mourão, Aragão e Damasceno (2015) levantaram junto a Empresa de Serviços Urbanos do Município, para o ano de 2013, a geração aproximada de 131.000 t ano⁻¹ de resíduos sólidos.

Para Mourão, Aragão e Damasceno (2015) a disposição desordenada dos RCCs é um dos principais problemas urbanos encontrados na cidade de Montes Claros/MG. Os autores identificaram que o poder público municipal vem atuando, com medidas paliativas, realizando

serviços de coleta e arcando com os custos do transporte e da disposição final. Entretanto, Mourão, Aragão e Damasceno (2015) considera tal prática como uma medida paliativa, não solucionando definitivamente o problema. Na visão dos autores, tal medida, incentiva a continuidade da disposição irregular nos locais atendidos pela limpeza pública da administração municipal.

2.4.4 Varginha/MG

Varginha/MG, localizado na região do sul de Minas Gerais, no ano de 2013 instituiu o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil por meio do Decreto nº 6.613/2013. O decreto estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCCs nos mesmos parâmetros da legislação nacional, sem apresentar nenhuma inovação. A legislação prevê empresas privadas recicladoras, atuando no município, desde que sejam cadastradas e licenciadas por órgãos competentes. Ainda estabelece que as empresas coletoras e transportadoras de RCCs só poderão destinar os resíduos a locais previamente determinados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente ou as empresas recicladoras. A legislação municipal também prediz a segregação dos resíduos ainda no canteiro de obras, de responsabilidade do gerador bem como a emissão do documento Controle de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos de Construção Civil Urbano a ser emitido pelo transportador com informações sobre o gerador, o transportador e a destinação final dos RCCs (VARGINHA, 2013).

Mesmo com o estabelecimento do PGRS no município e com as restrições estabelecidas para a destinação dos RCCs, somente no ano de 2015 foi inaugurada a primeira empresa privada na cidade, sendo também a primeira empresa recicladora de RCC no sul de Minas Gerais. Atualmente, todas as empresas da cidade de Varginha encaminham o RCC coletado para a usina de reciclagem, que tem capacidade em atender uma demanda de 600 caçambas por mês. Na usina são gerados agregados que são normalmente comercializados com o direcionamento para obras secundárias conforme previsto nas normas técnicas (VARGINHA, 2015).

A fim de avaliar a resistência à compressão do concreto em diferentes proporções de substituição do agregado miúdo convencional pelo agregado reciclado da construção civil, Mendes *et al.* (2019) realizaram um estudo com amostras obtidas na empresa recicladora de Varginha. Para tal, realizou-se o preparo da amostra dos resíduos da construção civil, onde foi verificado a partir da separação visual e ensaios de caracterização que o agregado de RCC

assemelha-se as características do agregado miúdo convencional. Para o agregado miúdo convencional foi utilizado a areia lavada proveniente dos rios afluentes do Rio Verde.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4 com seis repetições, totalizando 120 corpos de prova. Os tratamentos estabelecidos para o experimento consistiram em cinco proporções de substituição do agregado miúdo convencional pelo agregado reciclado (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) e quatro tempos de cura (7, 14, 21 e 28 dias). Foi utilizado o cimento CPM Z-32 para confecção dos concretos. Os autores analisaram as características do concreto fresco e endurecido e com a obtenção dos resultados dos ensaios, concluíram que a substituição de agregado miúdo por resíduos da construção civil é plenamente viável em qualquer proporção, pois em todos os casos a resistência à compressão do concreto após 28 dias atingiu 20 Mpa ou mais. No entanto, ressaltam que o comportamento de cada uma das composições se difere em relação ao tempo e a resistência final adquirida (MENDES *et al.*, 2019). O resultado obtido por Mendes *et al.* (2019) neste experimento corrobora com vários resultados encontrado na literatura (CABRAL, 2007; LEITE, 2001; VIEIRA, DAL MOLIN LIMA, 2004), evidenciando a viabilidade da utilização do agregado reciclado no concreto.

2.5 Metodologias para a quantificação de RCCs

A quantificação de resíduos gerados nos canteiros de obras demonstra ser uma relevante ferramenta para o controle da geração e do desperdício. Para um gerenciamento adequado dos RCCs questões como composição e classificação, massa e volume médios, quantidade de unidades de processamento disponíveis, estimativas de geração e de investimentos, existência de área de transbordo e localização de empresas de reciclagem devem ser analisadas e consideradas (PINTO, MELO e NORATO, 2016).

Neste tópico será dedicado a abordar diferentes formas para quantificar a geração de resíduos de construção.

2.5.1 Pinto (1999)

Segundo Pinto (1999) a formulação de indicadores a fim de determinar a geração de RCC, pode ser realizada considerando-se três bases de informação: (a) das estimativas de área construída - serviços executados e perdas efetivadas; (b) a movimentação de cargas por coletores; (c) do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCCs.

A quantificação das áreas de construção formal de novas edificações pode ser extraída dos registros públicos de licenciamento, como por exemplo, alvarás de construção. Para determinar a estimativa de geração mínima para obras novas, Pinto (1999) definiu a “taxa de geração de resíduos de construção” a qual considera como 150 kg m^{-2} construído. Segundo o autor “a aplicação dessa taxa sobre o total da área licenciada nos municípios parte do pressuposto de que é muito pequeno o percentual de projetos aprovados que não são levados à concretização” (PINTO, 1999).

Para a determinação do volume de RCC proveniente da execução informal de reformas e ampliações, segundo Pinto (1999), pode ser determinado através da movimentação de cargas pelos coletores de RCC. Os volumes dos resíduos podem ser levantados por meio de pesquisas junto aos diversos agentes coletores em atuação no município.

Entretanto, o autor destaca que ao utilizar essa metodologia, a agregação dessas parcelas deve ser feita com a eliminação de sobreposições. Para tal, deve ser desconsiderado, dos registros de licenciamentos, as áreas correspondentes às atividades de reforma e ampliação. Em contrapartida, também deve ser desconsiderado, dos dados recolhidos junto aos agentes coletores, quaisquer outros dados que não os referentes a essas mesmas reformas e ampliações.

A quantificação do volume de resíduos descartado em áreas utilizadas como depósito de RCC é considerada por Pinto (1999) muito difícil, tendo em vista os inúmeros locais de descarte irregular nos municípios.

2.5.2 Xavier e Rocha (2001)

Informações referentes à quantidade e a composição do RCC gerado, o impactos causados por esses entulhos no meio ambiente e na administração municipal, são indicadores relevantes a serem considerados para subsidiar a reutilização e reciclagem dos RCCs, como alternativa parcial ou total da matéria prima para insumos da construção civil (XAVIER e ROCHA, 2001).

Baseado no estudo realizado por Pinto (1999), Xavier e Rocha (2001) quantificaram o volume de RCC gerado na cidade de Florianópolis, considerando os dados dos anos de 1997 a 1999. Os autores se basearam em duas, das três, bases de informação apontadas por Pinto (1999), sendo elas os números referentes à geração dos resíduos de construção de obras novas, fundamentada pelos habite-se (menos a porcentagem das ampliações e reformas)

emitidos pela Prefeitura Municipal e os volumes de RCCs provenientes de reforma e demolição, através de dados obtidos pelas empresas coletoras de resíduos.

A fim de se evitar a sobreposição de dados referente aos volumes de RCCs coletados, Xavier e Rocha (2001) utilizaram uma média de porcentagens de atuação de alguns municípios já pesquisados, com o intuito de estabelecer um valor médio para Florianópolis/SC. Os autores estimaram como “50% dos coletores atuam junto às reformas e ampliações térreas, 23% nas construções de residências térreas, 12,5% na construção de prédios de multipiso, 8% na limpeza de terrenos e 6,5% na coleta em indústrias e serviços” (XAVIER e ROCHA, 2001).

Os resultados obtidos do volume gerado de RCCs para Florianópolis/SC, foi a soma das parcelas referente a parcela do volume gerado de obras novas e o volume transportado por empresas coletoras. Neste estudo os autores quantificaram para a cidade de Florianópolis/SC a provável geração total de RCC igual a 636,12 t dia⁻¹. O resultado foi apresentado também como taxa de geração de resíduos diária igual a 2,23 kg hab⁻¹ dia⁻¹, considerando o número de habitantes.

2.5.3 Neto e Schalch (2010)

Com o objetivo de subsidiar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para São Carlos/MG, Neto e Schalch (2001) realizaram um estudo em que determinaram o volume de RCC gerado na cidade. Os autores dimensionaram a produção média de RCC e a produção per capita, baseado em três parâmetros:

- i. Produção por obras aprovadas pelo município: volume de RCC quantificado a partir das áreas licenciadas nos municípios e da taxa de geração de RCC. Os autores obtiveram a taxa de geração de RCC igual a 137,02 kg m² a partir do acompanhamento de cinco obras distintas da cidade. Para a composição desse parâmetro os autores consideraram a geração de RCC por áreas licenciadas e reformas, massa de RCC descartada por particulares e outras empresas e a massa de RCC coletada pela Prefeitura.
- ii. Transporte de RCC realizado por empresas coletoras especializadas: para a composição desses parâmetros os autores consideraram a geração de RCC pelo movimento de carga de empresas, o movimento de cargas das empresas de

terraplenagem, massa de RCC descartada por particulares e outras empresas e a massa de RCC coletada pela Prefeitura.

- iii. Volume descartado em aterro da cidade no período de quatro meses: para a determinação desse parâmetro foi considerada a geração de RCC pelo número de caçambas nos aterros da cidade, a massa de RCC coletada por empresas de terraplenagem e outras e a massa de RCC coletada pela Prefeitura.

Neto e Schalch (2001) enfatizam que no cálculo pelos parâmetros de áreas licenciadas, também foram consideradas outras variáveis como a geração de RCC em reformara e o descarte realizado por particulares e prefeitura. Entretanto não evidenciam no trabalho como obtiveram os resultados.

Como resultado obtiveram parâmetros para a área licenciada ($402,82 \text{ t dia}^{-1}$), movimento de cargas ($396,11 \text{ t dia}^{-1}$) e aterro da cidade ($343,23 \text{ t dia}^{-1}$), apresentando a média entre os três parâmetros iguais a $380,73 \text{ t dia}^{-1}$. Os autores também apresentaram a taxa de geração per capita igual a $1,93 \text{ kg hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ para a população em São Carlos/SP no ano de 2001 (NETO e SCHALCH, 2001).

2.5.4 Angulo *et al.* (2011)

Com a finalidade de quantificar a geração de RCC para um município na região Noroeste de São Paulo, com população estimada de 36.300 habitantes, Angulo *et al.* (2011), utilizaram de dois métodos para a quantificação, denominados pelos autores como método indireto e método direto.

O método indireto quantifica a geração de RCC em massa, levando em consideração a área construída das edificações (construção) e a transformação dos pontos de ligação de água e luz instaladas (reforma). Já o método direto é baseado na geração de RCC em volume, em decorrência dos volumes depositados por agentes informais (reforma) e formais (construção) nos pontos de disposição final (ANGULO *et al.*, 2011).

Para a quantificação indireta dos resíduos provenientes de construções formais, segundo Angulo *et al.* (2011), a geração anual acumulada de resíduos na construção (C) pode ser estimada mediante dados obtidos ao longo dos meses, empregando-se a Equação 1. Esta equação quantifica a massa de resíduo por mês, multiplicando-se a área construída, obtida através de alvarás emitida pela prefeitura, mensalmente por um índice de geração de RCC, por unidade de área (m^2 construído).

$$C = A_c x \rho_c \quad \text{Equação (1)}$$

onde:

C: resíduo na construção por mês (t RCC mês⁻¹);

A_c: área nova construída por mês (m² construído mês⁻¹);

ρ_c: índice de geração de resíduo na construção (0,150 t RCC m⁻² construído), obtido por Pinto (1999).

Para a quantificação indireta da geração de RCC proveniente de reforma, o autor considerou indicadores relacionados ao consumo de água e energia para identificar a atividade informal de reforma. As alterações realizadas em ligações de água e luz já existentes estão relacionadas às ampliações e reformas realizadas informalmente pelos moradores. Na pesquisa, foi admitido pelo autor, que uma reforma residencial não ultrapassa 25% da área média construída, seja pela maior exposição aos agentes de fiscalização ou pelo aumento de riscos estruturais envolvidos em tais obras. Foi estabelecido para este estudo o volume de reforma no município de 30 m² (ANGULO *et al.*, 2011).

Aplicando a Equação 2, em que foi estabelecida uma relação entre a área média reformada para cada ponto de ligação e o índice de geração por m² reformado, é possível, segundo Angulo *et al.* (2011) quantificar de maneira indireta a geração de RCC proveniente de reformas informais.

$$R = P x \eta x \rho_R \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

R: resíduo na reforma por mês (t RCC/mês);

P: solicitações de transformação nas ligações de água ou de energia (ligações/mês);

η: conversão da área reformada média para cada ligação (30 m² reforma/ligação);

ρ_R: índice de geração de resíduo na reforma (0,470 t RCC/ m² reforma).

A quantificação direta da geração de RCC para o município foi baseada no levantamento de campo, realizado pelo período de um mês, buscando identificar a origem e o volume dos resíduos provenientes de construção e reforma. Foi levantado também a forma de transporte e a disposição final desses resíduos (ANGULO *et al.*, 2011).

A fim de se estabelecer uma comparação entre os resultados obtidos por intermédio da quantificação direta e indireta, o autor assumiu a premissa de que a geração de RCC, quantificado pela soma do volume obtido para C e R, deva ser igual ao volume de RCC quantificado de forma direta nos locais de disposição final, multiplicado pela sua massa unitária (ANGULO *et al.*, 2011).

Foi estimado para o município pelo método indireto o volume de RCC igual 12.764 t ano⁻¹ e pelo método direto o volume de RCC igual 13.223 t ano⁻¹. Como conclusão do estudo os autores afirmam que não é possível quantificar a geração de resíduos de construção e demolição dos agentes informais (reformas) por meio de dados indiretos relacionados às transformações dos pontos de água no município. Segundo os autores existem indicativos de que as transformações dos pontos de energia elétrica sejam um indicador indireto mais preciso, podendo evitar a dispendiosa quantificação direta.

2.5.5 Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014)

Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014) realizaram estudo a fim de analisar a de viabilidade de implantação de Usina de Triagem e Reciclagem (URE) em Criciúma/SP. Para atingir tal objetivo, os autores determinaram a geração de RCCs no município utilizando os métodos indiretos e diretos.

O método indireto foi baseado na metodologia desenvolvida por Pinto (1999), onde foram levados em consideração os valores obtidos pelo autor como a taxa de geração de 150 kg por metro quadrado de área construída e foi assumida a densidade do RCC como 1,2 t m⁻³. Ao se multiplicar a área construída obtida na prefeitura municipal, pela taxa de geração obtém-se a provável geração de RCC para o município. Para o método indireto foi considerado pelos autores os dados do período de dez anos (CARDOSO, GALATTO e GUADAGNIN, 2014).

Para a determinação do volume gerado de RCC pelo método direto, foi considerado o transporte de resíduos realizado pelas empresas transportadoras, com os dados obtidos por meio de entrevistas efetuadas aos prestadores de serviço, a fim de obter informações como: número de caçambas, volume diário e mensal, local de disposição e perspectivas do setor (CARDOSO, GALATTO e GUADAGNIN, 2014).

Como resultado os autores obtiveram o volume médio estimado de RCC pelo método indireto de 145,65 t dia⁻¹, enquanto o método direto apontou como volume médio gerado de RCC como 246 t dia⁻¹. Os autores associaram a diferença encontrada entre os métodos a

existência de resíduos de diferentes classes, inclusive com os resíduos perigosos e domiciliares muitas vezes encontrado nas caçambas (CARDOSO, GALATTO e GUADAGNIN, 2014).

2.5.6 Critérios metodológicos para quantificar o volume de RCC

O Quadro 3 apresenta uma síntese das metodologias adotadas pelos autores referenciados nos itens de 2.5.1 a 2.5.5:

Quadro 3 - Autores estudados e os critérios metodológicos adotados para quantificar o volume de RCC.

Autor	Critérios metodológicos para quantificar o volume de RCCs
Pinto (1999)	A quantificação do volume de RCC gerado no município pode ser realizada considerando-se as três bases de informação (a), (b) e (c), sendo: (a) estimativas de área construída - serviços executados e perdas efetivadas baseado em áreas de construção formal de novas edificações e taxa de geração de resíduos igual a 150 kg/m ² ; (b) movimentação de cargas por coletores provenientes da execução informal de reformas e ampliações. Os volumes de RCC podem ser levantados mediante pesquisas junto aos diversos agentes coletores em atuação no município; (c) monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCCs.
Xavier e Rocha (2001)	Metodologia baseada em dois, dos três indicadores apontados por Pinto (1999), sendo elas: (a) números referentes à geração dos resíduos de construção de obras novas, fundamentada pelos habite-se (menos a porcentagem das ampliações e reformas); (b) volumes de RCCs provenientes de reforma e demolição, através de dados obtidos pelas empresas coletoras de resíduos. A fim de evitar sobreposição de dados, os autores estimaram porcentagem para identificar a origem do RCC coletado baseado em estudos realizados em outros municípios. O valor obtido pela soma das parcelas (a) e (b) é a geração mínima de RCC no município.
Marques Neto e Schalch (2010)	Os autores dimensionaram a produção média de RCC e a produção per capita, baseado em três parâmetros: (a) Quantificação do RCC produzido por metro quadrado em obras licenciadas pela Prefeitura Municipal, e determinaram a taxa de geração igual a 137,02 kg/m ² ; (b) Quantificação do RCC transportado por empresas coletoras especializadas, sendo consideradas as parcelas: movimento de carga pelas empresas especializadas, movimento de carga de empresas de terraplenagem, massa de RCC descartada por particulares e outras empresas e RCC coletado pela prefeitura; (c) Quantificação do volume de RCC descartado em aterro da cidade no período de quatro meses, sendo considerada a geração de RCC pelo número de caçambas nos aterros da cidade, a massa de RCC coletada por empresas de terraplenagem e outras e a massa de RCC coletada pela prefeitura. O valor médio obtido entre as parcelas (a), (b) e (c) representa a geração mínima de RCC no município.
Ângulo <i>et al.</i> (2011)	Os autores utilizaram duas metodologias para a quantificação do RCC gerado no município: (a) Método Indireto: quantificação do RCC em massa, levando em consideração a área construída das edificações formais (obras novas) e a taxa de geração igual a 0,150 t RCC/m ² construído e a transformação dos pontos de ligação de água e luz instaladas para a quantificação das áreas de reforma, estipulado como área média de 30 m ² por unidade de reforma e índice de geração de resíduo na reforma igual a 0,470 t RCC/m ² ; (b) Método direto: baseado na geração de RCC em volume, em decorrência dos volumes

	depositados por agentes informais (reforma) e formais (construção) nos pontos de disposição final. Para se estabelecer uma comparação entre os resultados os autores partiram da premissa que o volume calculado em (a) deve ser igual ao volume obtido em (b).
Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014)	Os autores utilizaram dois métodos para quantificar o volume gerado de RCC: (a) Indireto: baseada na metodologia de Pinto (1999), que leva em consideração a taxa de geração de 150 kg/m ² e a área construída obtida na Prefeitura Municipal. Os autores consideraram a densidade do RCC como 1,2 ton/m ³ os dados do período de 10 anos. (b) Direto: foi considerado o transporte de resíduos realizado pelas empresas coletoras, por meio de dados obtidos em entrevistas com as empresas prestadoras de serviço. Os autores utilizaram os valores médios obtidos para (a) e (b) para estabelecer uma comparação para a geração mínima de RCC no município.

Fonte: A autora.

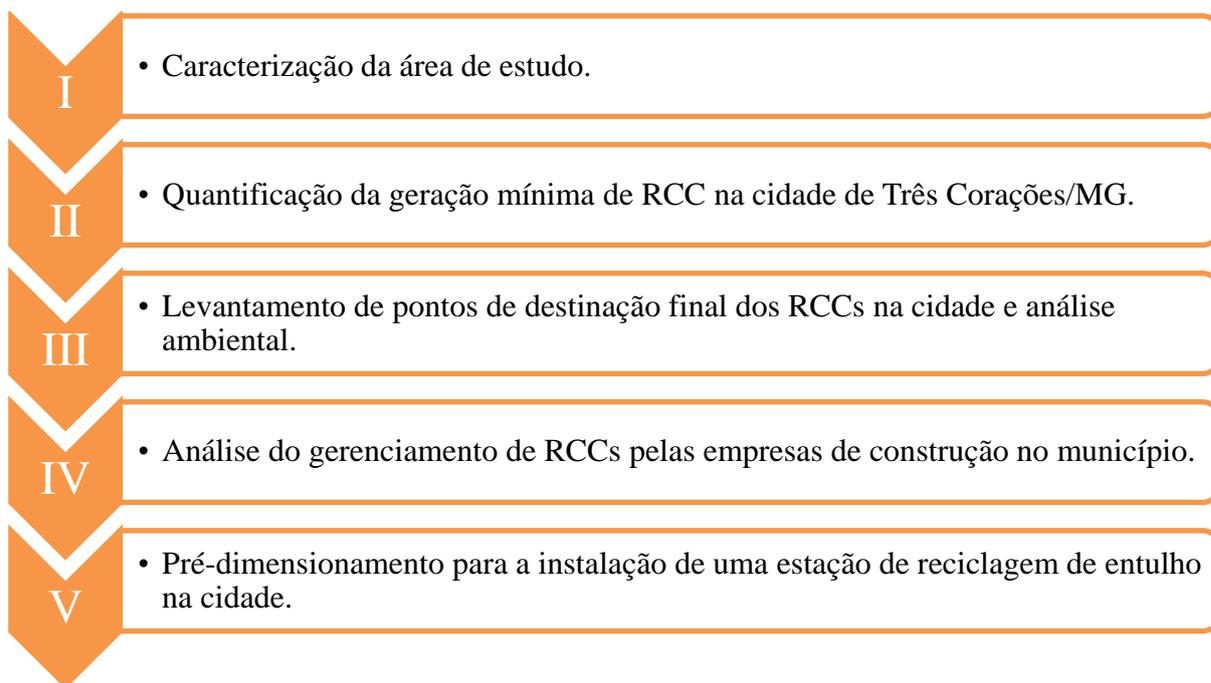
3 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa de cunho exploratório teve como escopo a avaliação dos resíduos sólidos gerados por atividades de construção, reforma e demolição, enquadrados na classe II B – Inertes na cidade de Três Corações/MG..

Para o levantamento de dados foi utilizada análise documental, entrevistas, observação direta e observação participante, a partir de evidências quantitativas e qualitativas.

Para a consecução dos objetivos da pesquisa a execução foi dividida em cinco etapas metodológicas: (i) Caracterização da área de estudo; (ii) Quantificação da geração mínima de RCC na cidade de Três Corações/MG; (iii) Levantamento de pontos de destinação dos RCCs na cidade e análise ambiental; (iv) Análise do gerenciamento de RCCs pelas empresas construtoras na cidade e (v) Viabilidade econômica da instalação de uma estação de reciclagem de entulho na cidade, conforme esquematizado na Figura 4.

Figura 4 - Principais etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: A autora.

3.1 Caracterização da área de estudo

Para o estudo de caso foi selecionada a cidade de Três Corações/MG, localizada no sul de Minas Gerais, conforme indicado na Figura 5. A região em que o município está inserido

lhe confere o título de localização privilegiada em relação às três principais capitais do país: Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro (IBAM, 2017).

O município está situado na bacia hidrográfica do rio Verde e estão inseridos no seu território os rios Verde, do Peixe, Palmela, Lambari, principais cursos de água. Segundo o IBGE para o ano de 2019 o município contava com população aproximada de 79.482 mil pessoas e área total de 828,038 km² (IBGE, 2019).

No que diz respeito ao desenvolvimento econômico, Três Corações/MG apresentou para o ano de 2019 PIB per capita igual a R\$ 28.056,22, o que confere a segunda posição no ranking considerando a microrregião de 16 municípios e quando considerado o estado de Minas Gerais, Três Corações/MG ocupa a 118^a posição entre os 853 municípios (IBGE, 2019).

Três Corações/MG possui política de desenvolvimento industrial e conta com um Distrito Industrial com empresas de atuação diversificada, como produtos derivados de leite, metalúrgicos, fábrica de ração, fertilizantes, couro, pré-moldados de cimento, produtos químicos, refrigerantes, aparelhos de sinalização, entre outros. Tem como principais atividades econômicas a agropecuária com destaque para rebanho leiteiro e gado de corte, as culturas do café, milho e batata inglesa (PMTC, 2020). Possui também uma importante participação na exploração mineral de Pedra São Tomé, com principal aplicação na construção civil e apresenta uma dinâmica atividade comercial e de prestação de serviços.

No que tange a gestão ambiental, um dos principais problemas que Três Corações/MG apresenta é a degradação dos rios Verde e do Peixe, devido ao assoreamento provocado pelo depósito de entulhos em suas margens e pela destruição das matas ciliares. Outro problema de destaque é o crescimento da cidade em direção aos rios, uma vez que essa área apresenta vulnerabilidade às enchentes (IBAM, 2017).

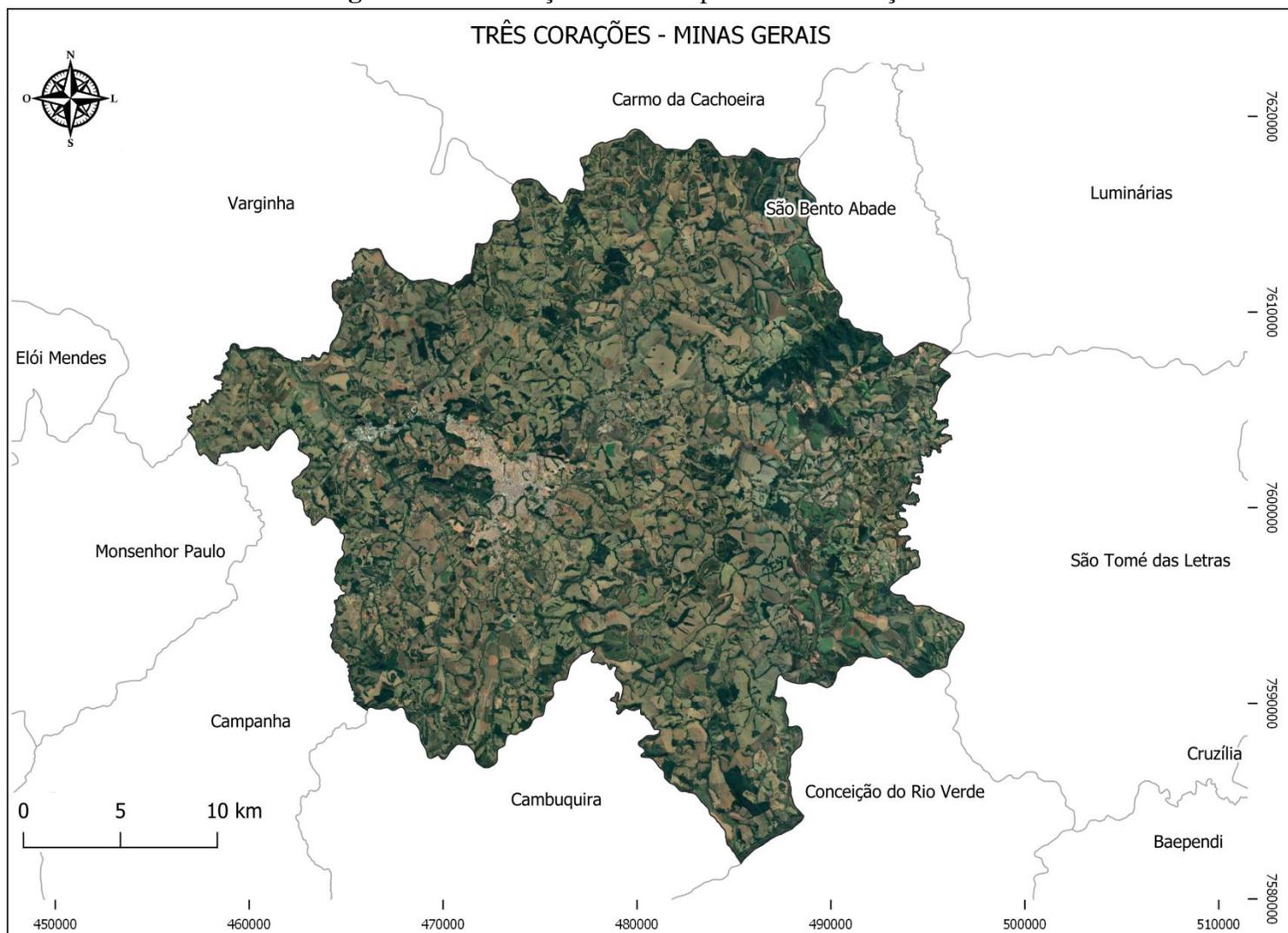
No que se refere à gestão ambiental, Três Corações/MG instituiu a Lei n° 3831/2013 que dispõe sobre a política de proteção, conservação e controle do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida. A referida lei define os princípios da Política Ambiental; institui o Sistema Municipal de Meio Ambiente e o Fundo Municipal de Meio Ambiente, dedicando especial atenção às ações do Conselho Municipal de Meio Ambiente; o controle e a fiscalização das fontes poluidoras e da degradação ambiental (TRÊS CORAÇÕES, 2013). No ano de 2014, foi elaborado o Plano de Saneamento Básico, mediante o projeto de Lei n° 3.977, que prevê a universalização dos serviços e o controle dos efeitos ambientais como meta para o saneamento básico, onde se incluem os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos (TRÊS CORAÇÕES, 2014).

Uma avaliação indireta da efetividade da política ambiental do município pode ser realizada pelo Índice Mineiro de Responsabilidade Social, publicado pela Fundação João Pinheiro, e composto por dez indicadores. Três Corações/MG tem como menor desempenho o indicador de Meio Ambiente, com o valor de 0,251 (escala de zero a um). As variáveis que compõem o indicador de meio ambiente são a cobertura vegetal e áreas de proteção no município. Outro indicador avaliado no Índice é Saneamento, que no município teve o desempenho de 0,433 na mesma escala informada para o indicador Meio Ambiente. Ambos indicadores demonstram a necessidade de aprimoramento nas políticas públicas que se relacionam ao saneamento e meio ambiente na cidade (FJP, 2020).

Segundo informações cedidas pela Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal a gestão dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos - SEMOSP. A SEMOSP também é responsável pela coleta e transporte de resíduos domiciliares, enquanto a operação do aterro sanitário do município fica a cargo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Desde o ano de 2001, Três Corações/MG possui aterro sanitário para a disposição final adequada dos resíduos sólidos, e tem sua vida útil estimada em 34 anos.

Entretanto, os resíduos da construção civil, sobras de materiais utilizados em obras, como também resíduos volumosos e bens inservíveis, não possuem uma gestão regulamentada pelo município. Desta forma, os RCCs gerados na cidade muitas vezes são destinados em terrenos baldios e áreas de preservação permanente, sendo que na maioria das vezes esses materiais se apresentam misturados (IBAM, 2017).

A estruturação de programas que visem à gestão dos RCCs para a cidade de Três Corações/MG, considerando a origem, o transporte e a destinação final se fazem necessário e vai de encontro a diretrizes estabelecidas pela PNRS.

Figura 5 - Localização do município de Três Corações/MG

Fonte: A autora.

3.2 Quantificação da geração de RCC na cidade de Três Corações/MG

Com a finalidade de estimar a geração mínima de RCCs em Três Corações/MG utilizou-se os métodos indiretos e diretos seguindo os mesmos critérios metodológicos adotados por Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014) para a quantificação de RCCs para a cidade de Criciúma.

Desta forma o levantamento de dados para a quantificação da geração de RCC neste trabalho ocorreu da seguinte forma:

3.2.1 Geração mínima de RCC pelo método indireto

O método direto de quantificação da geração de RCC, assim como no estudo realizado por Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014), foi fundamentado na metodologia desenvolvida por Pinto (1999), o qual se baseia nas estimativas de áreas de construção formal de novas edificações e na taxa de geração de resíduos. Tal como Pinto (1999), o indicador adotado para este estudo foi de 150 kg m^{-2} para geração de resíduos em construções novas. Ao multiplicar a estimativa de área nova construída na cidade pela taxa de geração obtém-se a provável geração mínima de RCC.

Os dados referentes à metragem quadrada das novas construções foram obtidos no documento Alvarás de Construção emitidos pelo departamento de Aprovação de Projeto da Prefeitura Municipal de Três Corações/MG. Para maior representatividade dos dados, foram considerados os Alvarás de Construção emitidos pela Prefeitura Municipal nos anos de 2014 a 2018.

3.2.2 Geração mínima de RCC pelo método direto

O método direto é baseado no volume de RCCs movimentados por empresas coletoras de entulho. A quantificação do volume de RCC pelo método direto se deu por meio de pesquisa de campo, baseado em informações obtidas junto às empresas coletoras de entulho regularmente cadastradas na Prefeitura Municipal.

O levantamento dos dados juntos às empresas transportadoras de RCCs se deu mediante de entrevistas presenciais guiadas por questionário disponível no Apêndice C. Os transportadores de RCCs foram questionados sobre o volume de RCC transportado, a forma de transporte e disposição final.

Devido à informalidade dos transportadores autônomos (camionetes, carroças, etc.) de pequenos volumes não cadastrados na Prefeitura Municipal de Três Corações/MG e à falta de condições de localização dos mesmos, apresentando grandes restrições para obter informações sobre os volumes transportados, optou-se por não considerar estes volumes de RCCs.

3.3 Áreas de disposição final dos RCCs e análise ambiental

Para a identificação das áreas de destinação final dos RCCs foi realizado levantamento mediante reuniões junto ao Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Três Corações/MG e das empresas privadas de coleta de entulho. Foi realizado também busca exploratória pela cidade em busca de áreas de disposição final dos resíduos provenientes da construção civil.

As áreas indicadas pela Prefeitura Municipal, empresas transportadoras e os locais identificados por meio de busca exploratória, foram identificados por meio de coordenadas geográficas dentro da área da cidade. Com o intuito de se estabelecer grupos para análise, estas áreas foram classificadas em quatro categorias distintas, conforme relacionado a seguir:

- A: área de depósito de empresas transportadoras
- B: área de depósito da Prefeitura Municipal
- C: área de depósito em grandes volumes pela cidade
- D: locais de depósito em canteiro de obras

O levantamento das coordenadas geográficas foi obtido com o auxílio de um receptor móvel de sinal do *Global Positioning System* (GPS). Realizou-se também um levantamento fotográfico exploratório nos bairros da cidade com o objetivo de identificar diferentes áreas de depósito de RCCs. Após a coleta dos dados, os mesmos foram trabalhados com o auxílio do software QGIS[®]. Os resultados foram sincronizados com o mapa da região, possibilitando identificar e mapear os locais de disposição final dos entulhos.

Para obter informações relacionadas aos procedimentos do licenciamento ambiental para o município foi realizada uma consulta por processo de coordenadas geográficas no Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (PNLA). Para o método de pesquisa utilizou-se ‘O Sistema Grau Minuto e Segundo (DMS)’ inserindo a coordenada longitude igual a 45°25’65” e latitude igual a 21°68’73”. A forma de consulta escolhida foi ‘Gerar relatório’.

A fim de gerar uma análise do ponto de vista ambiental levando-se em consideração as

áreas de depósitos de RCC e os possíveis impactos causados por eles, utilizou-se a Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDEA – SISEMA). A Plataforma IDEA-SISEMA “proporciona uma visão integrada do território mineiro, por intervenção de visualização dos atributos ambientais e antrópicos, bem como de restrições ambientais legalmente instituídas, sendo uma importante ferramenta para análise prévia da viabilidade de localização de empreendimentos e ao avanço de aplicação dos instrumentos de gestão ambiental territorial” (IDEA-SISEMA, 2020).

Para a análise dos pontos levantados na Plataforma IDEA-Sisema, utilizou-se as seguintes camadas:

- Hidrografia:
 - Hidrografia ottocodificada: Bacia do Rio Grande
- Restrição Ambiental:
 - Todas as opções disponíveis selecionadas.

Os dados gerados foram apresentados em forma de mapa e imagens.

3.4 Gerenciamento de RCCs pelas empresas de construção na cidade

Para gerar um diagnóstico de como estão sendo gerenciados os entulhos pelas empresas ligadas à construção civil, realizou-se uma pesquisa mediante um questionário, com as empresas cadastradas na Prefeitura Municipal de Três Corações/MG, no ramo de atividades e serviços de construção civil com atuação em obras públicas e privadas.

As entrevistas foram realizadas diretamente, com os responsáveis pela empresa, conforme questionário descrito no Apêndice D, com o objetivo de obter respostas diretas dos pesquisados a fim de conhecer o comportamento dos mesmos, possibilitando obtenção de dados.

3.5 Pré-dimensionamento da instalação de uma estação de reciclagem de entulho na cidade

Mediante a quantificação da geração mínima de RCC em Três Corações/MG, foi possível realizar um estudo a fim de verificar as condições mínimas para a implantação de uma usina de reciclagem na cidade.

As definições para a implantação da usina de reciclagem foram realizadas conforme

orientações contidas nas normas técnicas NBR 15112:2014 e NBR 15114:2004 (ABNT, 2004b; ABNT, 2004d).

As diretrizes técnicas foram estabelecidas conforme metodologia desenvolvida por Jadovski (2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Quantificação da geração de RCC na cidade de Três Corações/MG

A quantificação da geração mínima de RCC em Três Corações foi estimada baseada nos métodos (a) indireto e (b) direto conforme apresentado a seguir:

4.1.1 Quantificação da geração mínima de RCC pelo método indireto

Entre os anos de 2014 a 2018 a Prefeitura Municipal de Três Corações/MG emitiu 2.472 alvarás de construções novas entre obras residenciais e comerciais, totalizando uma área construída de 569.947,27 m². Os dados são conforme os Alvarás de Construção emitidos pelo setor de Aprovação de Projeto disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Três Corações/MG, e o resumo está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de novas construções e a área construída para os anos 2014 a 2018.

Ano	Número de novas construções	Área construída (m ²)
2014	533	110.972,57
2015	577	126.335,01
2016	465	120.900,46
2017	489	131.573,19
2018	399	79.562,005

Fonte: A autora.

Por meio da metodologia indireta utilizada por Cardoso, Galatto e Guadagnin (2014) baseada no estudo desenvolvido por Pinto (1999) foi possível quantificar o RCC mínimo gerado proveniente de novas construções para Três Corações/MG nos anos de 2014 a 2018. A quantidade de volume mínimo gerado de RCC foi obtida ao multiplicar a área nova construída pela taxa de geração de resíduos igual a 150 kg m⁻². A quantidade total mínima de RCC gerada para o período de 2014 a 2018 foi de 85.492,09 t. A Tabela 2 apresenta a quantidade mínima gerada de RCC por ano.

Tabela 2 – Quantidade mínima de RCC gerada em Três Corações/MG em obras novas formais nos anos de 2014 a 2018.

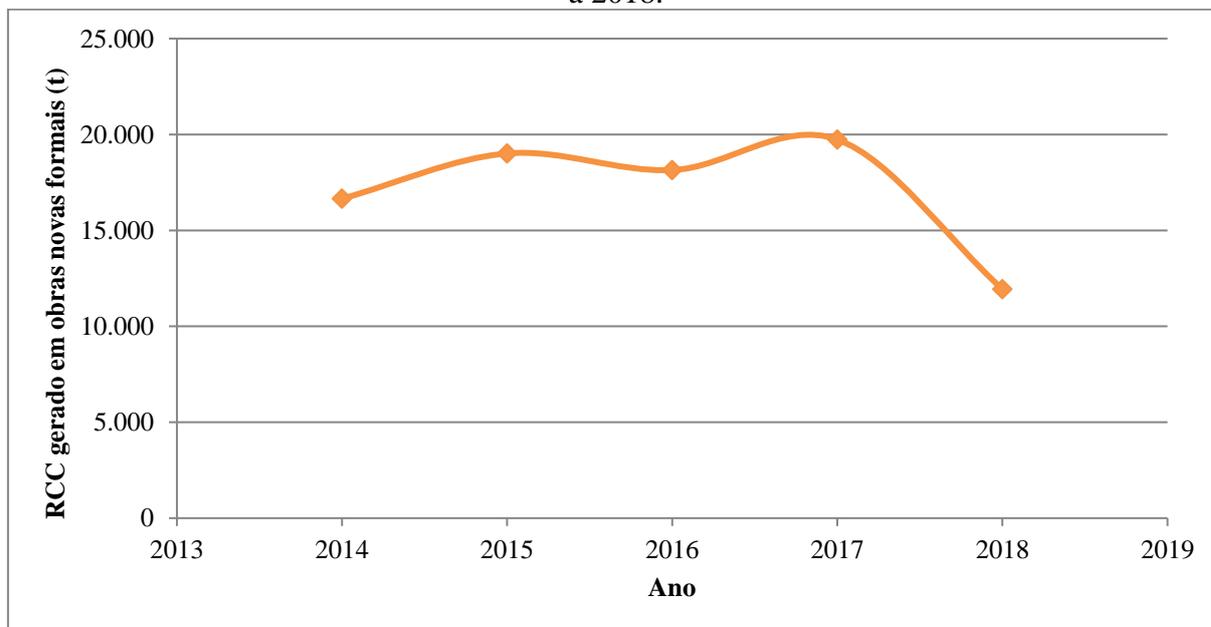
Ano	Área nova construída	Taxa de geração	Quantidade mínima de RCC gerada em obras novas
	(m ² ano ⁻¹)	(t RCD m ⁻²)	(t RCD ano ⁻¹)
2014	111.030,97		16.654,65
2015	126.756,85		19.013,53
2016	120.964,46	0,15	18.144,67
2017	131.589,98		19.738,50
2018	79.605,01		11.940,75
Acumulado:	569.343,24	0,15	85.492,09

Fonte: A autora.

É possível observar na Figura 6 que os anos de 2017 e 2015 apresentaram os maiores volumes de RCCs gerados em obras novas formais para o período analisado. Já em 2018 foi o ano de menor geração de RCC, apresentado uma redução de quase 40% comparada ao ano anterior.

A quantidade média gerada de RCC considerando o período de 2014 a 2018 foi de 17.098,48 t ano⁻¹, o que equivale a 46,84 t dia⁻¹ e 1,95 t hora⁻¹.

Figura 6 – Quantidade mínima de RCC gerada em obras novas formais para os anos de 2014 a 2018.



Fonte: A autora.

Autores como Xavier e Rocha (2001), Pinto e Gonzales (2005), Carneiro, Brum e Cassa (2001) e Moura (2017), apresentam a quantidade de RCC gerada em um município

relacionada ao número de habitantes do local de estudo por dia. A Tabela 3 apresenta esta relação para Três Corações/MG. Os resultados obtidos na linha (3) da Tabela 3 foram obtidos conforme Tabela 2. Para determinar a geração diária de resíduos, foi dividido o valor apresentado na linha (3) pelo número de dias do ano, ou seja, 365 dias. O resultado obtido está apresentado na linha (5) da Tabela 3. Para obter a geração de RCC por habitante por dia, foi dividido o resultado da linha (5) pelo número de habitante para cada ano, indicado na linha (4). Os resultados obtidos podem ser observados na linha (6) da Tabela 3.

Tabela 3 – Taxa de geração de RCC na cidade para os anos de 2014 a 2018 para obras novas.

Informações	Unidades	ANOS				
		2014	2015	2016	2017	2018
1 Área licenciada para construção	1000 m ² ano ⁻¹	111,03	126,76	120,96	131,59	79,61
2 Taxa de geração de resíduos	t m ⁻²	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
3 Geração de RCC em obras novas formais	t	16.654,65	19.013,53	18.144,67	19.738,50	11.940,75
4 População conforme IBGE para cada ano.	habitantes	77.340	77.921	78.474	78.999	78913
5 Geração de RCC diária em obras novas formais	t dia ⁻¹	45,63	52,09	49,71	54,08	32,71
6 Geração de RCC em obras novas formais por habitante por dia	kg hab ⁻¹ dia ⁻¹	0,59	0,67	0,63	0,68	0,41

Fonte: A autora

Para os anos de 2014 a 2018, a geração mínima de RCC em Três Corações/MG, conforme valor obtido pela metodologia direta para obras novas formais é de 0,597 kg hab⁻¹ dia⁻¹ considerando uma população média de 78.392 mil habitantes.

4.1.2 Quantificação da geração mínima de RCC pelo método direto

Junto à Prefeitura de Três Corações/MG, no setor Minas Fácil, responsável pelo registro das atividades empresariais no município, foram identificadas cinco empresas formais prestadoras de serviço de transporte de RCC. Entretanto, conforme informado pela própria Prefeitura Municipal não existe um controle por parte da administração pública das atividades de recolhimento e destinação destes resíduos realizados por estas empresas.

Foi realizado contato com as cinco empresas com a finalidade de obter informações

sobre o volume transportado de RCCs e a destinação dada a estes entulhos, entretanto somente uma empresa aceitou participar desta pesquisa.

Foram considerados os volumes totais de RCCs transportados pela empresa para os anos de 2014 a 2018. Pelos dados disponibilizados pela empresa não foi possível diferenciar a origem dos RCCs entre obras novas, reformas e demolições. Os volumes transportados estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 – Volume de RCC transportado pela empresa coletora.

Ano	Volume de RCC transportado (m ³)
2014	35.046
2015	56.274
2016	135.102
2017	72.564
2018	51.486
Acumulado	315.426

Fonte: A autora

De acordo com as informações concedidas pela empresa transportadora, pôde-se observar que os anos de 2016 e 2017 foram os períodos de maior volume coletado, sendo que no ano de 2016 o volume de RCC transportado foi 53,71% maior do que o volume transportado no ano de 2017. Já o ano de 2014 foi o menor volume transportado para o período analisado.

Para estudos quantitativos de RCC, uma característica relevante é a sua massa unitária, sendo esse parâmetro definido como a razão entre sua massa e o correspondente volume ocupado, incluindo os vazios (COSTA, 2014). Pinto (1999) determinou a massa unitária do RCC como 1.200 kg m⁻³, Carneiro, Brum e Cassa (2001), obtiveram o valor de 1.150 kg m⁻³, Souza (2005) determinou a massa unitária de RCC de 1.288 kg m⁻³, já Ângulo *et al.* (2011) faz referência ao valor de 1.000 kg m⁻³ e Costa (2014) apresenta o valor de 1.025 kg m⁻³. Cabe ressaltar que os valores apresentados pelos autores são muito próximos, ou seja, apresentam uma pequena variação entre valores para a massa unitária de RCC.

Para determinar a quantidade de RCC, em toneladas, transportado pela empresa em Três Corações/MG optou-se por adotar o valor da massa unitária de RCC obtido por Carneiro, Brum e Cassa (2001) com o valor de 1.150 kg m⁻³ por representar um valor médio entre os autores aqui referenciados.

A Tabela 5 apresenta a quantidade de RCC transportada na a cidade de Três

Corações/MG para os anos de 2014 a 2018. Na linha (3) é indicada a quantidade, em toneladas, do RCC transportado pela empresa coletora nos anos de 2014 a 2018, obtida ao multiplicar os valores da linha (1) pelo valor da linha (2). Na linha (5) foi determinada a quantidade de RCC transportada por dia ao dividir os valores da linha (3) pelo número de dias, ou seja, 365 dias. O RCC diário transportado por habitante por dia é o resultado da divisão da linha (5) pelo número de habitantes indicado na linha (4).

Tabela 5 – Volume transportado de RCC na cidade de Três Corações/MG para os anos de 2014 a 2018.

Informações	Unidades	Ano				
		2014	2015	2016	2017	2018
1 Volume transportado	m ³	35.046	56.274	135.102	72.564	51.486
2 Massa unitária RCC	kg m ⁻³	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150
3 Quantidade RCC transportado	t	40.302,90	64.715,10	15.5367,30	83.448,60	59.208,90
4 População	habitantes	77.340	77.921	78.474	78.999	78.913
5 RCC diário transportado	t dia ⁻¹	110,42	177,30	425,66	228,63	162,22
6 RCC diário transportado por habitante por dia	kg hab ⁻¹ dia ⁻¹	1,43	2,28	5,42	2,89	2,06

Fonte: A autora

Para o período em estudo (2014 a 2018) foram transportados em média 80.608,56 t ano⁻¹, o que equivale a 220,85 t dia⁻¹ ou 9,20 t h⁻¹.

Ao comparar os dados fornecidos pela a empresa transportadora para os anos de 2014 a 2018, obteve-se um volume médio transportado de RCC para o período em estudo igual a 2,82 kg hab⁻¹ dia⁻¹.

A Tabela 6 apresenta um resumo da quantidade gerada de RCC proveniente de obras novas formais (linha 1) e a quantidade transportada pela empresa coletora (linha 2) e os valores médios para o período de estudo. No que diz respeito à geração diária de RCC, Pinto (1999) recomenda em seu trabalho uma variação diária de 0,80 a 2,64 kg hab⁻¹ dia⁻¹. Quando observada a geração de RCC em obras novas formais para a cidade de Três Corações/MG o valor está abaixo do previsto por Pinto (1999). Entretanto, cabe ressaltar que a geração média per capita de 0,60 kg hab⁻¹ dia⁻¹ quantificada para obras novas formais não leva em consideração o RCC gerado em reformas e demolições. Por outro lado, quando avaliada a quantidade média de RCC transportada para a cidade é igual a 2,82 kg hab⁻¹ dia⁻¹, o valor encontrado está acima do recomendado por Pinto (1999). A falta de controle dos resíduos depositados nas caçambas, bem como a não categorização entre a classe dos resíduos, podem

influenciar no volume transportado.

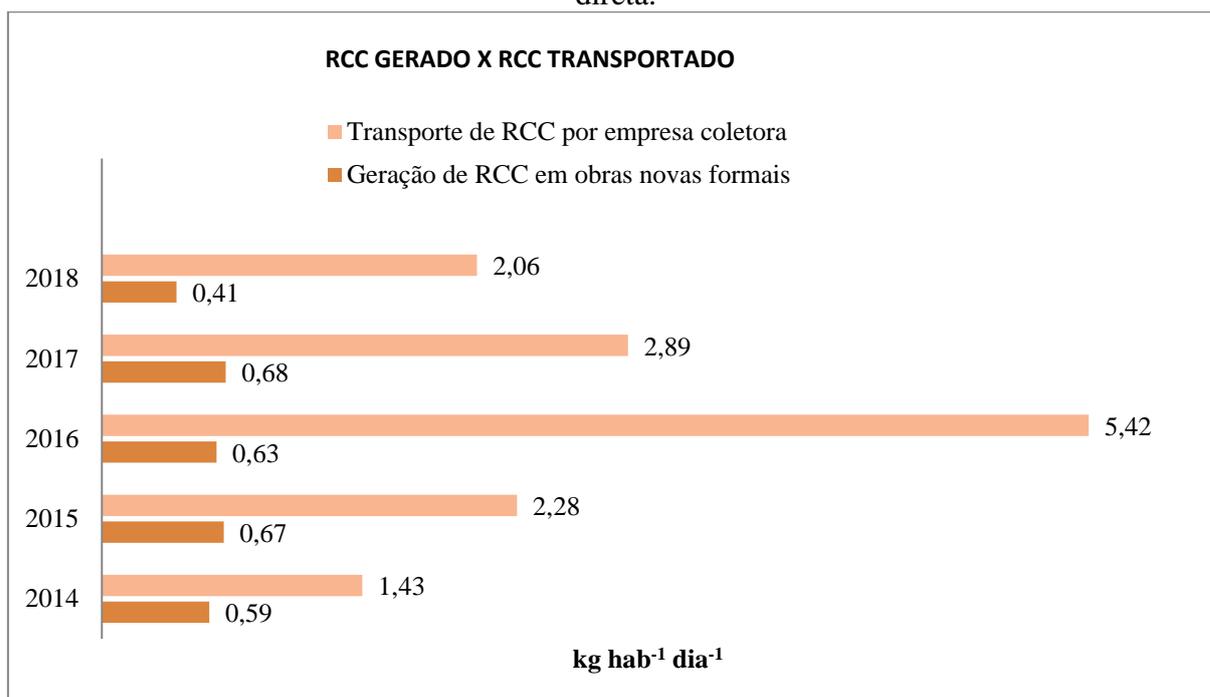
Tabela 6 – Quantidade de RCC gerada em obras novas formais e RCC transportado por empresa coletora.

Informações	Unidades	Ano					Valor médio 2014 a 2018
		2014	2015	2016	2017	2018	
1 Geração de RCC em obras novas formais	kg hab ⁻¹ dia ⁻¹	0,59	0,67	0,63	0,68	0,41	0,60
2 Transporte de RCC por empresa coletora	kg hab ⁻¹ dia ⁻¹	1,43	2,28	5,42	2,89	2,06	2,82

Fonte: A autora

A Figura 7 evidencia a diferença entre os valores encontrados referentes à quantificação do RCC para Três Corações/MG pelo método indireto e direto.

Figura 7 - Comparativo entre a quantificação do RCC obtido pela metodologia indireta e direta.



Fonte: A autora

De acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, publicado pela Secretaria Nacional de Saneamento (SNIS) para o ano de 2018 no que diz respeito às quantidades de resíduos sólidos urbanos, revelou que a massa de resíduos domiciliares e públicos resultou no indicador médio de coleta per capita brasileiro de 0,96 kg hab⁻¹ dia⁻¹ (SNIS, 2018). Se for considerado que segundo Fernandez (2012) do volume total coletado de resíduos sólidos urbanos 50% a 70% pode chegar a representar os RCCs, o que gera um

indicador de 0,48 a 0,67 kg hab⁻¹ dia⁻¹.

Baseado no diagnóstico publicado pela SNIS para os anos de 2014 a 2018 e considerando o estudo realizado por Fernandez (2012), foi elaborada a Tabela 7, que estima o indicador médio de coleta de RCC.

Tabela 7 – Taxa de geração de RCC baseado no Diagnóstico o Manejo de Resíduos Sólido Urbano publicado pela SNIS para os anos de 2014 a 2018.

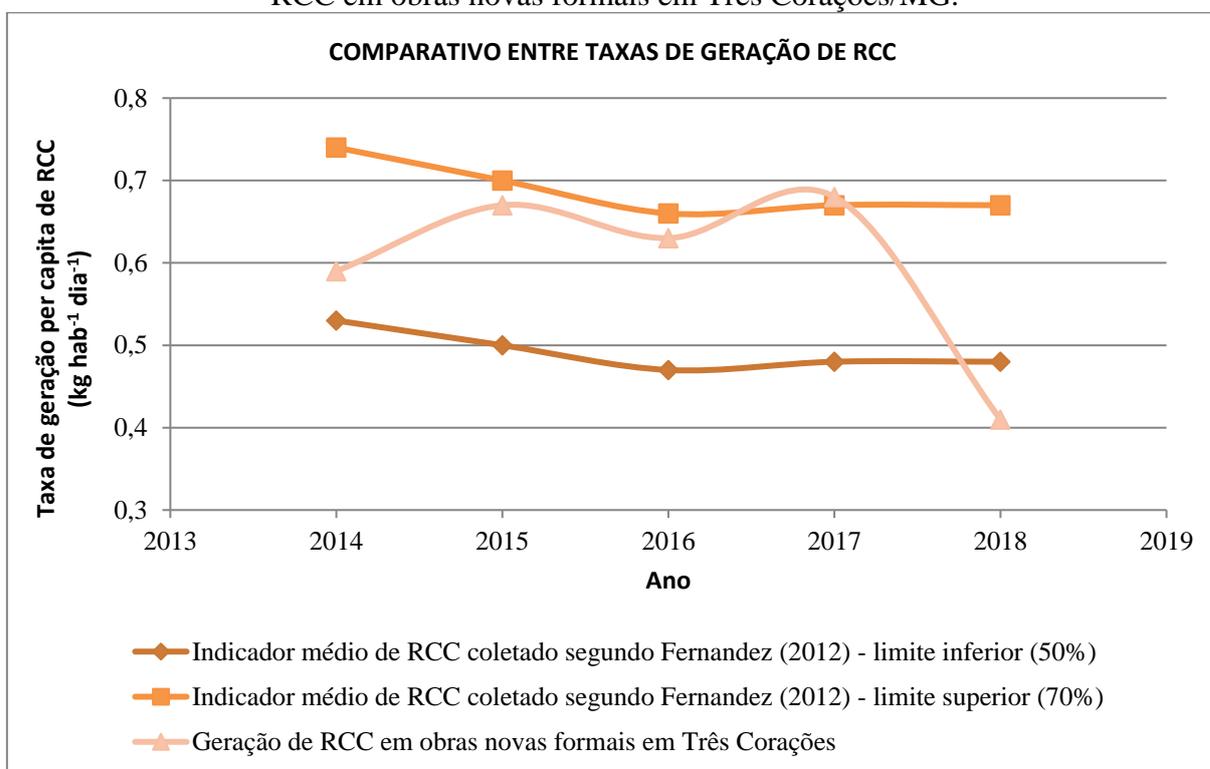
Descrição	Unidade	Ano				
		2014	2015	2016	2017	2018
Indicador médio de coleta de resíduos urbanos em geral segundo diagnóstico anos de resíduos sólidos do SNIS.		1,05	1,00	0,94	0,95	0,96
Indicador médio de RCC coletado segundo Fernandez - limite inferior (50%)		0,53	0,50	0,47	0,48	0,48
Indicador médio de RCC coletado segundo Fernandez - limite superior (70%)	kg hab ⁻¹ dia ⁻¹	0,74	0,70	0,66	0,67	0,67
Geração de RCC em obras novas formais		0,59	0,67	0,63	0,68	0,41
Transporte de RCC por empresa coletora		1,43	2,28	5,42	2,89	2,06

Fonte: A autora

O gráfico apresentado na Figura 8 evidencia um comparativo da geração de RCC para Três Corações/MG proveniente de obras novas formais comparadas aos dados nacionais levantados pelo SNIS para os anos de 2014 a 2018. Pôde-se observar que para o cenário estudado a cidade apresenta um comportamento próximo ao limite superior do indicador médio de RCC per capita coletada no país.

A fim de avaliar os fatores intervenientes nas oscilações dos valores de RCC gerado de obras novas em Três Corações/MG (Tabela 3) foi analisado o seu comportamento e comparado com o PIB do município e número de empregados formais no setor da Indústria da Construção conforme dados apresentados na Tabela 8.

Figura 8 - Comparativo entre a taxa de geração de RCC baseado no Diagnóstico o Manejo de Resíduos Sólido Urbano publicado pela SNIS para os anos de 2014 a 2018 e a geração de RCC em obras novas formais em Três Corações/MG.



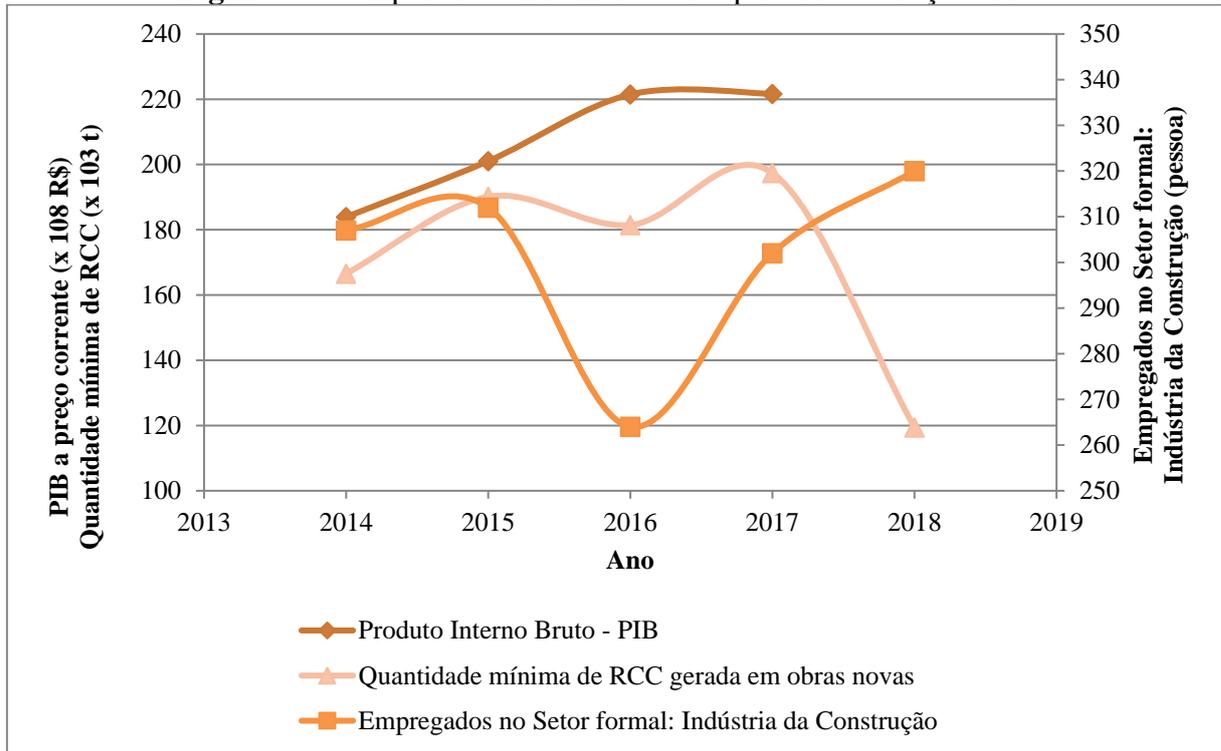
Fonte: A autora

Tabela 8 – PIB municipal e número de empregados formais no setor da Indústria da Construção em Três Corações/MG para os anos de 2014 a 2018.

Indicador	Ano				
	2014	2015	2016	2017	2018
Produto Interno Bruto - PIB (R\$ Mil Correntes)	1.839.138,60	2.010.261,26	2.214.642,02	2.216.413,21	-
Empregados no Setor formal: Indústria da Construção (pessoa)	307	312	264	302	320

Fonte: FJP, 2020.

A Figura 9 apresenta os dados analisados, e é possível ressaltar para os anos de 2014 e 2015 os indicadores apresentaram o mesmo comportamento, todos crescentes. Já no ano de 2016, observa-se que o PIB permaneceu em crescimento, porém o volume de resíduos gerados em obras novas e o número de empregados no setor formal na indústria da construção apresentaram queda. Em 2017 o PIB apresentou pequeno crescimento enquanto o volume de RCC gerado em obras novas e o número de empregados no setor formal da indústria da construção voltaram a crescer.

Figura 9 – Comparativo entre indicadores para Três Corações/MG.

Fonte: A autora.

4.2 Identificação das áreas de destinação final dos RCCs e análise ambiental

Três Corações/MG não possui uma legislação própria que controle a destinação dos resíduos de construção civil. Tal atividade fica exclusivamente a cargo dos geradores e transportadores de resíduos, não havendo nenhum tipo de fiscalização por parte da Prefeitura Municipal.

Após a identificação das áreas de destinos dos RCCs junto a Secretaria Municipal de Três Corações/MG e empresa transportadora, foi realizado um levantamento exploratório pela cidade, com visitas nos locais indicados e também em busca de locais aleatórios onde há depósito de RCCs pela cidade. Os Apêndices E, F e G localizam os diferentes pontos encontrados de RCCs depositados pela cidade, identificados e classificados conforme estabelecido no item 3.3 deste trabalho e relacionado no Quadro 4:

Quadro 4 - Identificação e localização dos pontos de depósitos e descarte de RCC na cidade de Três Corações/MG.

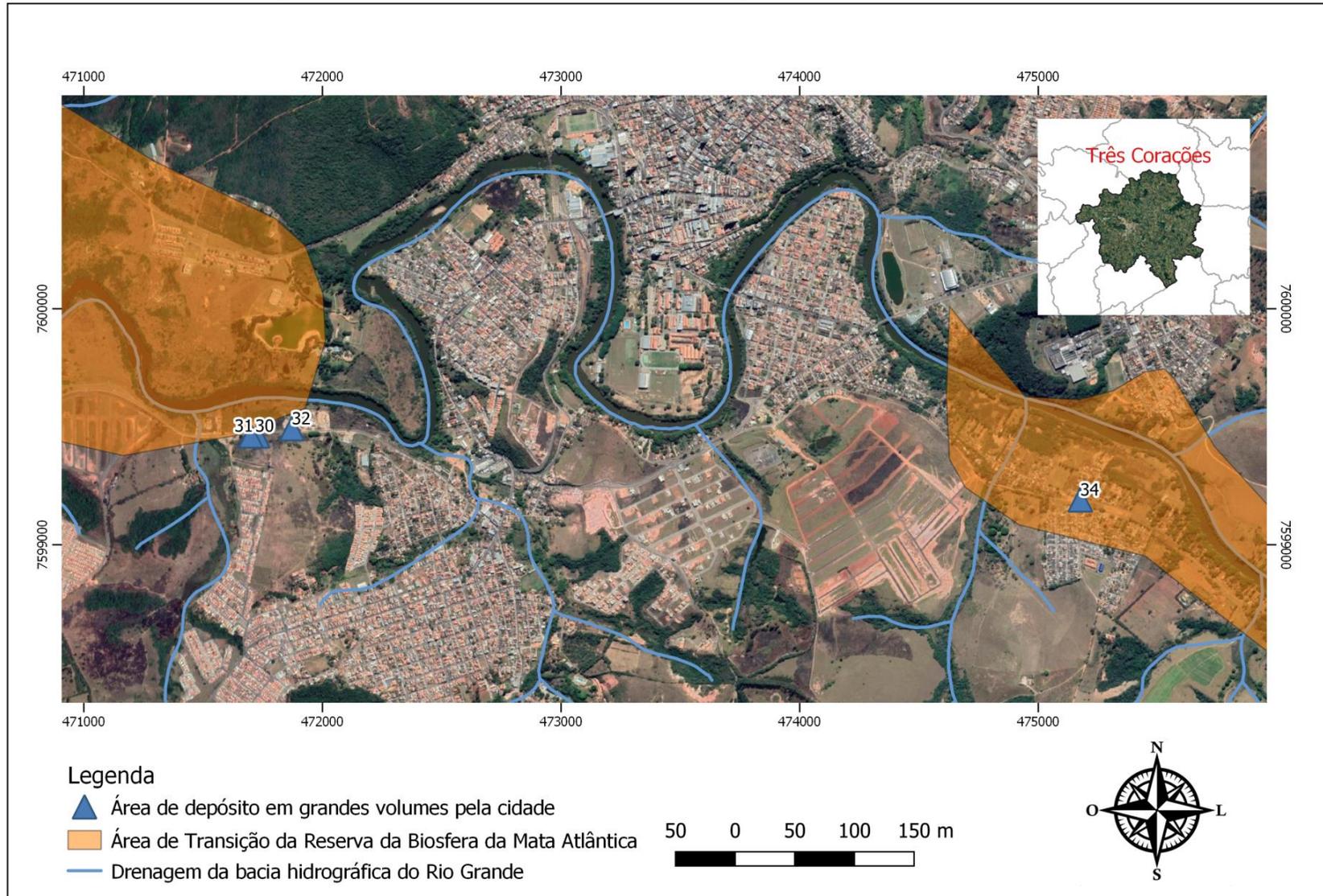
Ponto N°	Coordenada Geográfica		Cor	Classificação
APÊNDICE E				
1	21°39'39"S	45°17'43"O	Vermelho	Área de depósito de empresa transportadora
2	21°40'22"S	45°13'8"O	Amarelo	Área de depósito da Prefeitura Municipal
3	21°40'20"S	45°13'9"O		
4	21°40'18"S	45°13'10"O		
APÊNDICE F				
5	21°40'57"S	45°16'35"O	Verde	Locais de depósito em canteiro de obras
6	21°40'40"S	45°16'11"O		
7	21°40'58"S	45°15'49"O		
8	21°40'50"S	45°15'45"O		
9	21°40'47"S	45°15'47"O		
10	21°40'47"S	45°15'47"O		
11	21°40'37"S	45°15'54"O		
12	21°40'29"S	45°15'55"O		
13	21°40'34"S	45°15'45"O		
14	21°40'25"S	45°15'53"O		
15	21°40'21"S	45°15'54"O		
16	21°40'18"S	45°15'56"O		
17	21°43'26"S	45°15'46"O		
18	21°42'1"S	45°16'12"O		
19	21°41'49"S	45°15'51"O		
20	21°42'58"S	45°15'44"O		
21	21°42'22"S	45°15'1"O		
22	21°42'22"S	45°15'1"O		
23	21°42'25"S	45°15'5"O		
24	21°42'52"S	45°15'20"O		
25	21°42'13"S	45°15'14"O		
26	21°40'35"S	45°15'54"O		
APÊNDICE G				
27	21°41'13"S	45°15'58"O	Laranja	Área de depósito em grandes volumes pela cidade
28	21°39'47"S	45°17'15"O		
29	21°40'8"S	45°16'9"O		
30	21°42'29"S	45°16'24"O		
31	21°42'29"S	45°16'25"O		
32	21°42'28"S	45°16'19"O		
33	21°41'7"S	45°13'55"O		
34	21°42'38"S	45°14'24"O		
35	21°41'4"S	45°13'50"O		
36	21°41'12"S	45°13'60"O		
37	21°41'12"S	45°13'60"O		
38	21°41'15"S	45°14'4"O		
39	21°41'24"S	45°14'16"O		
40	21°41'24"S	45°14'15"O		

Fonte: A autora.

Em consulta ao sistema IDE - Sisema e ao PNL (o relatório completo da PNLA consta no Anexo B) ficou constatado para os pontos levantados (1 a 40):

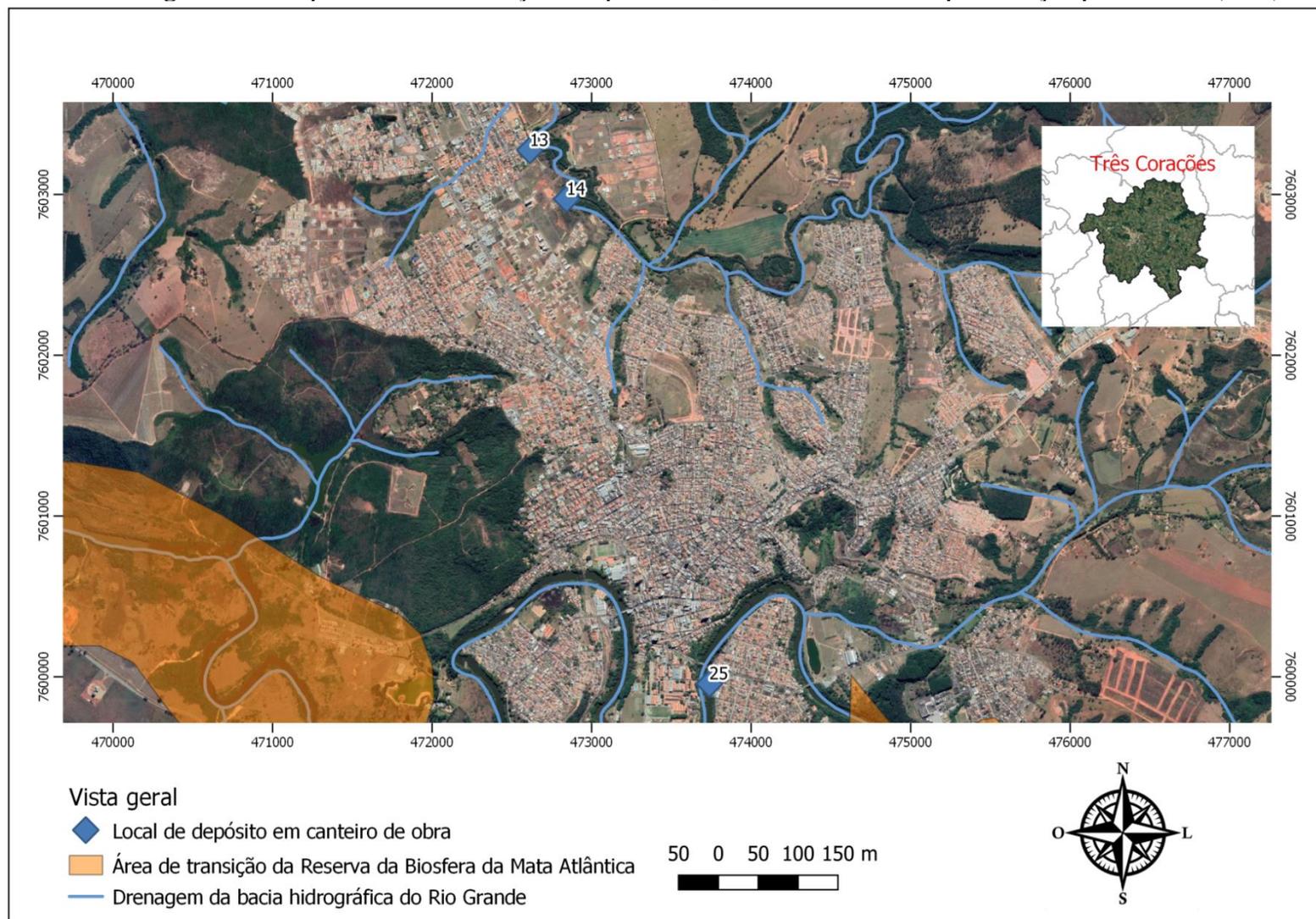
- a. não estão inseridos em nenhuma unidade de conservação Federal, Estadual, Municipal ou Reserva Particular do Patrimônio Natural;
- b. não estão inseridos em área de reserva da biosfera da Mata Atlântica, porém os pontos 30, 31, 32 e 34 encontram-se em área de transição (Figura 10);
- c. não estão inseridos em áreas de prioridade para conservação da biodiversidade
- d. não possui em seu entorno área de influência de cavidades (250 m);
- e. não estão inseridos em zonas de amortecimento de unidades de conservação (Raio de 3 km);
- f. estão inseridos dentro do Bioma Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual);
- g. os pontos 13, 14 e 25 encontram-se em área definida como área de preservação permanente (APP) do rio do Peixe e de outros córregos (Figura 11);
- h. todos os pontos coletados encontram-se inseridos no limite de Áreas de Segurança Aeroportuárias - Lei nº 12.725/2012, em específico no Aeródromo público Mello Viana;
- i. as camadas do Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE (UFLA) foram analisadas para os pontos coletados e os resultados foram:
 - Áreas prioritárias para conservação: Descrição: Média
 - Erodibilidade: Descrição: Muito Baixa
 - Erosão Atual: Descrição: Muito Baixa
 - Exposição ao Solo: Descrição: Muito Alta
 - Grau de conservação da vegetação nativa: Descrição: Muito Baixo
 - Disponibilidade de água subterrânea: Descrição: Alta
 - Disponibilidade de água superficial: Descrição: Baixa
 - Potencialidade de contaminação de aquíferos: Descrição: Alta
 - Qualidade ambiental: Descrição: Média
 - Risco ambiental: Descrição: Média
 - Risco potencial de erosão: Descrição: Muito Baixa
 - Vulnerabilidade natural: Descrição: Muito Baixa
 - Vulnerabilidade dos recursos hídricos: Média
 - Vulnerabilidade do solo à contaminação: Descrição: Muito Baixa

Figura 10 – Pontos inseridos em área de transição de reserva da Mata Atlântica.



Fonte: A autora.

Figura 11 - Mapa com a identificação dos pontos 13, 14 e 25 em áreas de preservação permanente (APP).



Fonte: A autora.

A falta de regulamentação e controle, e a ausência de áreas licenciadas específicas para a destinação de resíduos faz com que os RCCs sejam depositados de maneira desordenada pela cidade.

A Figura 12 (ponto 1 do Apêndice E) indica o local de depósito de RCC informado pela empresa transportadora. Este local foi cedido pelo proprietário do terreno que conforme informado tem como objetivo aterrar a área, pois a mesma é bem abaixo do nível da rua. É possível observar que a área contém um volume grande de entulho, e a diversidade de materiais indica que o mesmo não passa por uma triagem antes do depósito e aterro, havendo diferentes tipos de resíduos da construção civil não enquadrado na classe A.

Figura 12- Local de depósito de RCC indicado pela empresa transportadora (ponto 1 do Apêndice E).



Fonte: A autora.

A Prefeitura Municipal de Três Corações/MG possui uma área específica para depósito de RCCs gerados por ela, indicada no Apêndice E pelos pontos 2, 3 e 4. Essa área funciona como aterro de resíduos sólidos provenientes da construção civil (Figura 13). Outros transportadores também utilizam essa área para o depósito RCCs, entretanto não há um controle tanto do tipo de resíduos depositados neste local, quanto da entrada de pessoas para descarregar os resíduos. Durante a visita no local, em dias distintos, pôde-se observar a existência de depósito de RCCs, bem como de outros tipos de resíduos sólidos urbanos, mesmo a cidade possuindo um aterro sanitário.

Figura 13 - Área de depósito de RCC da Prefeitura Municipal de Três Corações/MG.



Fonte: A autora.

Foi possível observar que na área de depósito de RCCs da Prefeitura Municipal os resíduos são dispostos sem antes passar por uma triagem, havendo materiais como plásticos, isopores e papéis misturados a solo, concretos, tijolos, entre outros tipos de materiais como sofá, bicicleta e lixo urbano. Cabe destacar que as massas de RCC para a destinação de aterros conforme NBR 15.113 devem ser compostas principalmente por resíduos cimentícios e cerâmicos, que são classificados como Classe A de acordo com a resolução CONAMA nº 307/2002.

Durante o levantamento exploratório realizado em Três Corações/MG foi observada a forma de acondicionamento dos RCCs nos diversos canteiros de obras espalhados pelos bairros, identificados no Apêndice F pelos pontos de 5 ao 26. Pôde-se observar conforme a Figura 14, volumes consideráveis de RCCs depositados nas ruas e em terrenos vizinhos sem ser acondicionados em caçambas ou locais adequados. Tal situação é preocupante, pois favorecerem o descarte de lixo urbano de maneira descontrolada, e em situação de chuva, esses resíduos podem ser transportados para as redes de drenagem urbana, causando o

entupimento e favorecendo a formação de enchentes.

Figura 14 - Canteiro de obras com o RCC acondicionado de maneira inadequada.



Fonte: A autora.

O descarte irregular de RCC cria ambientes favoráveis para a proliferação de vetores transmissores de doenças e atraem animais peçonhentos, estimulado, principalmente pelo acúmulo de água e por se tornarem locais onde a população também descarta resíduos urbanos diversos.

Dos canteiros de obras identificados foi possível observar um elevado número de descarte de RCC próximo a margem do Rio do Peixe (Pontos 13, 14, 15 e 16 do Apêndice F). Também foi observado grandes volumes de descarte de RCC próximo a nascente (Ponto 27 do Apêndice G). Esses descartes são preocupantes, tendo em vista o risco destes resíduos serem transportados para o rio contribuindo para o assoreamento do mesmo e interferindo nos locais de nascentes.

Por meio do levantamento exploratório aleatório realizado por Três Corações/MG foi possível identificar diferentes pontos de descarte de grandes volumes de RCC. De acordo com informações obtidas junto às empresas que transportam RCCs, grande parte do entulho de construção é depositado em terrenos que necessitam de aterro, sendo uma solicitação do proprietário do terreno. A Figura 15 ilustra diferentes áreas encontradas (identificadas no Apêndice G pelos pontos 27 ao 40) como terrenos utilizados por essas empresas para o descarte de RCCs na cidade de Três Corações/MG.

Figura 15 - Área de descarte de RCC levantados em busca exploratória por Três Corações/MG.



Fonte: A autora.

Os pontos 30, 31 e 32 identificados no Apêndice G, além de estarem inseridos em área de transição de reserva da biosfera da Mata Atlântica, estão localizados em região próxima à margem do Rio Verde. O descarte de RCC descontrolado potencializa o risco de, nos períodos de chuva, os resíduos serem carregados para o leito do rio contribuindo para o assoreamento do mesmo.

4.3 Análise do gerenciamento de RCCs pelas empresas de construção na cidade

O gerenciamento dos resíduos dentro dos canteiros de obras é fundamental para que se estabeleça uma relação entre a geração do RCC com o transporte e a destinação dos mesmos. A fim de entender como se dá o gerenciamento dos RCC nos canteiros de obras na cidade de Três Corações/MG, foi estabelecido um questionário (Apêndice F) que foi aplicado às empresas construtoras regularmente cadastradas na Prefeitura.

Foi identificado nove empresas regularmente cadastrada no município que atuam com a execução de construções civis.

Pela realização da entrevista e aplicação de questionário ao gestor, foi possível gerar um diagnóstico dos canteiros de obras da cidade e identificar como as empresas construtoras lidam com a geração e gerenciamento dos RCCs nos canteiros de obras. Das nove empresas contatadas, seis empresas responderam o questionário, representando 66,67% de empresas participantes da pesquisa.

Das empresas participantes da pesquisa 80% atuam com obras privadas no município, sendo que o principal sistema construtivo utilizado por essas empresas é o sistema convencional com a estrutura de concreto moldado na obra.

Apesar de 60% das empresas participantes terem conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002, pôde-se constatar que nenhuma das empresas possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos no canteiro de obras e 80% não realizam nenhum processo para seleção e separação dos resíduos nos canteiros de obras. Ainda assim, 40% das construtoras afirmam apresentar diretrizes quanto à redução de geração de entulho nos canteiros de obras e 60% confirmam realizar algum tipo de reaproveitamento de resíduos na própria obra. Entretanto as empresas não evidenciaram quais são as ações realizadas.

Embora a responsabilidade da correta destinação dos RCCs ser dos geradores, 60% das empresas construtoras desconhecem o local de depósito destes resíduos e afirmam que terceirizam esse serviço para empresas transportadoras de resíduos ficando a cargo de estas

empresas darem destino a esse entulho.

Mesmo assim, 20% das empresas relatam que realizam algum tipo de treinamento com os operários voltado a reduzir a geração dos resíduos e que existe um programa de conscientização ambiental junto aos operários.

4.4 Pré-dimensionamento da instalação de uma usina de reciclagem

A quantidade mínima de RCC gerado em Três Corações/MG para o período de 2014 a 2018 foi quantificada no item 4.1 deste trabalho de forma (a) gerado em obras novas formais e (b) transportado por empresas coletoras de RCC, com os resultados conforme Tabela 9:

Tabela 9 – Quantidade mínima de RCC em Três Corações/MG para o período de 2014 a 2018.

Metodologia	RCC (t ano ⁻¹)	RCC (t dia ⁻¹)	RCC (t hora ⁻¹)
Gerado em obras novas formais	17.098,42	46,85	1,95
Transportado por empresas coletoras	80.608,56	220,85	9,20

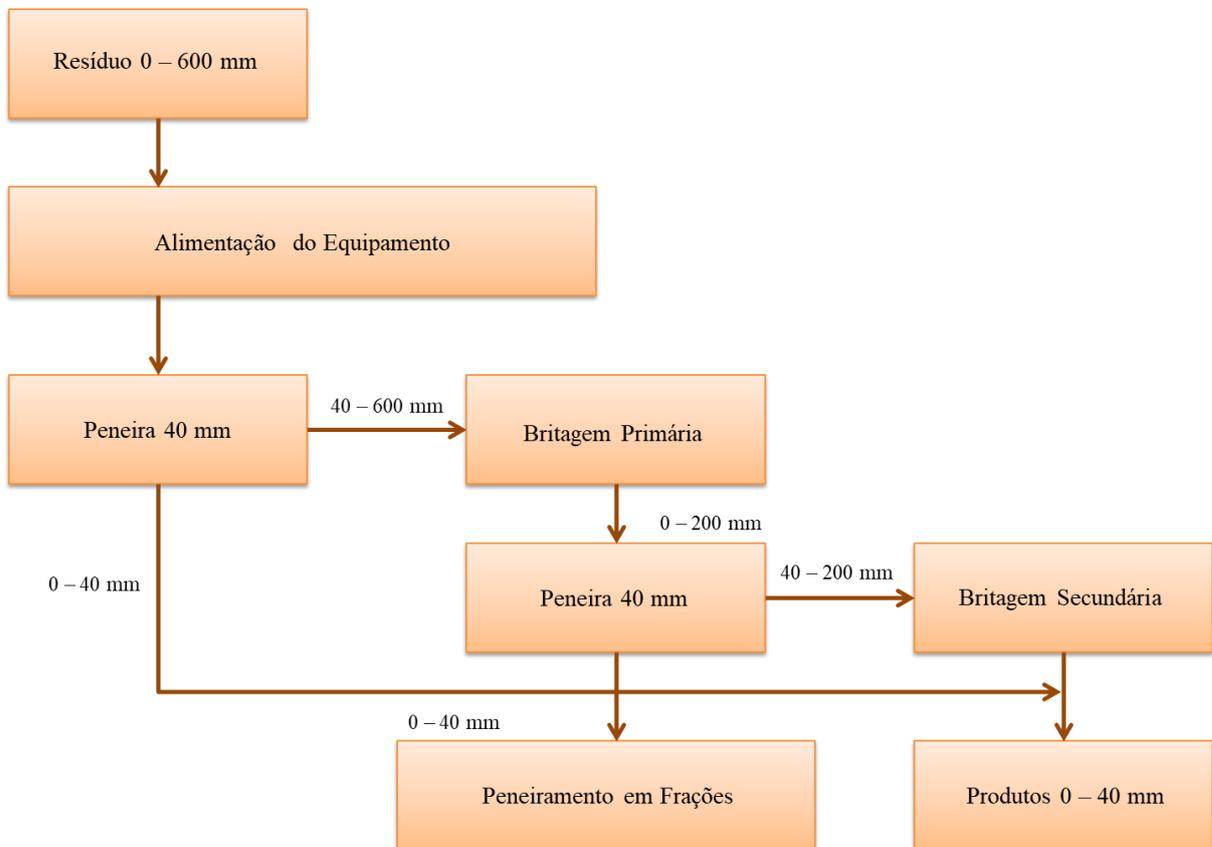
Fonte: A autora.

A metodologia desenvolvida por Jadovski (2005) para o dimensionamento de uma usina de reciclagem é baseada na capacidade de produção. Para o pré-dimensionamento de uma usina para Três Corações/MG, a capacidade de produção adotada foi de 20 t hora⁻¹, uma vez que a quantidade de RCC estimada para a cidade foi baseada em valores mínimos.

O pré-dimensionamento da usina de reciclagem será baseado na instalação de uma usina de planta fixa para a produção de agregado reciclado (brita e areia reciclada). A área sugerida para a instalação é o terreno utilizado pela Prefeitura Municipal de Três Corações/MG para depósito de RCC (representada pelos pontos 2, 3 e 4 do Apêndice E). A área pertence à Prefeitura Municipal, onde concentram outras duas unidades produtivas: Usina de asfalto e Fábrica de Artefatos de cimento e fica na mesma região do Aterro Sanitário do município.

O processo de beneficiamento de RCC sugerido é o de primeira geração com o sistema de britagem aberto (Figura 16), por ser o mais simples, onde a separação dos contaminantes é realizada de maneira manual. Apesar de que o sistema aberto o produto final apresentar granulometria menos contínua e com menor definição do diâmetro máximo quando comparada ao sistema fechado, apresenta maior capacidade produtiva sendo mais vantajoso economicamente.

Figura 16 - Planta de beneficiamento de RCC de primeira geração com o sistema de britagem aberto.



Fonte: Jadovski, 2005.

Baseado na capacidade de produção de produção da usina de reciclagem e no processo de beneficiamento, foi possível especificar a implantação da mesma conforme recomendações de Jadovski (2005):

- Capacidade de produção: 20 t hora⁻¹;
- Área requerida: 6.500 m²;
- Obras Civas: Construção civil da sede da administração e da guarita. Área sugerida para a administração de 100 m² (escritórios, vestiários e cozinha);
- Barreira vegetal: para controlar a proliferação de pó;
- Equipamentos: Alimentador vibratório; transportador de correia; britador de impacto; transportador de correia móvel; bicas de transferência; extrator de metais ferrosos e peneira vibratória.
- Máquinas: Pá-carregadeira ou retroescavadeira para o espalhamento e carregamento do resíduo.

- Equipe: 1 encarregado; 1 operador de equipamentos; 4 auxiliares de produção.

De acordo com a análise da viabilidade econômica de implantação de uma usina de reciclagem de RCCs para a cidade de Imperatriz/MA, em um horizonte de planejamento de 15 anos o retorno do investimento inicial se dará em 1,4 anos e apresenta um alto índice de lucratividade, sendo fortemente recomendável a sua implantação. Para a análise foi considerando uma usina com a capacidade de produção de 25 t hora⁻¹ para oito horas de processamento por dia, o que representa uma produção de 200 t de agregados reciclados diariamente. Foram considerados fatores como valor de investimento para a implantação do projeto (sem aquisição do terreno) e despesas para a manutenção e operação para a obtenção da receita bruta anual (HOSNI, CAVAIGNAC e MACEDO 2019).

Outro estudo de viabilidade econômica realizado para investimento de empreendimento para uma usina de reciclagem de resíduos para a cidade de Itajubá mostrou ser viável. O método utilizado para análise foi o *payback*, que demonstrou um tempo de retorno menor que três anos. Para o estudo foram considerados os custos fixos referentes à implantação da usina (terreno, obras civis e equipamentos) e os custos variáveis operacionais (DOS SANTOS FONSECA e JUNIOR, 2018).

5 CONCLUSÕES

O Resíduo de Construção Civil é composto de materiais de grande valor econômico e com alto potencial de reaproveitamento e reciclagem na cadeia produtiva da construção civil. Entretanto, em Três Corações/MG este resíduo permanece sendo tratado como um produto sem valor econômico, sendo descartado diariamente sem nenhum controle.

Os resultados do volume mínimo gerado de RCCs estimados pelo método indireto, para os anos de 2014 a 2018, apontou a média de 46,84 t dia⁻¹, enquanto pelo método direto, o volume mínimo transportado para o mesmo período foi de 220,85 t dia⁻¹.

Apesar do valor estimado da geração de RCC para a cidade de Três Corações/MG estar dentro dos valores médios indicados para os municípios brasileiros, cabe ressaltar que o valor obtido não representa a totalidade dos resíduos, e sim uma quantidade mínima de geração. A dificuldade de estimar o volume de RCC gerado está diretamente relacionada à ausência ou precariedade de um banco de dados que contenha informações necessárias referente a obras novas, reformas e demolições.

Os serviços de coleta e transporte dos RCCs no município são realizados por empresas terceirizadas, não fiscalizadas pela Prefeitura Municipal, que depositam, em áreas de bota fora sem licenças ambientais. A falta de um acompanhamento e fiscalização do entulho movimentado e depositado na cidade pelas transportadoras acaba gerando um descarte descontrolado por diversas áreas da cidade, inclusive nas margens dos rios. O que corrobora com a dificuldade de quantificar com precisão a evolução da geração e o volume de RCC na cidade.

No que diz respeito ao gerenciamento dos resíduos dentro dos canteiros de obras ficou evidenciado que nenhuma das empresas construtoras participantes da pesquisa possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos no canteiro de obras e 80% delas não realizam nenhum processo para seleção e separação dos resíduos nos canteiros de obras.

Para este estudo optou-se pelo pré-dimensionamento uma usina de triagem e reciclagem com capacidade de produção de 20 t h⁻¹. A instalação de uma usina de reciclagem para Três Corações/MG vem ao encontro com as premissas contidas no PNRS, além de gerar agregados reciclados que podem ser utilizados em diversas obras da Prefeitura Municipal, representando uma considerável economia, e também ser uma fonte de renda por meio da venda do agregado reciclado produzido.

Acredita-se que somente pela intervenção de uma legislação voltada para o gerenciamento de resíduos da construção civil, associado à criação de locais licenciados para

os descartes desses resíduos e posteriores encaminhamentos para uma usina de reciclagem será possível estabelecer um controle na geração dos RCCs. Ainda assim, é primordial o trabalho de conscientização ambiental e capacitação das equipes de trabalho nos canteiros de obras, local onde se dá o início da cadeia da geração do RCC. Trabalhar pilares como a não geração de resíduos, o reaproveitamento dos resíduos dentro do próprio canteiro de obras, a correta segregação para posterior transporte e reciclagem, vão influenciar diretamente no volume de resíduos gerados em Três Corações/MG, minimizando os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo: 2019. 68 p. Disponível em < <http://abrelpe.org.br/panorama/>>

AFONSO, Thays França; ANDRADE, Ronneo Alves; ANDREAZZA, Robson; AFONSO, Marcela da Silva; DALLAGNOL, Ana Luiza Bertani. Gerenciamento dos resíduos sólidos de construção civil na cidade de Montes Claros (MG). **2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. Foz do Iguaçu: 2019.

ALMEIDA, Marianne Silvestre Teixeira; MELO, Marília Carvalho de Melo; BOARETO, Matheus Dumont; REZENDE, Ramiro Machado Rezende. Análise da correlação do volume de resíduos sólidos provenientes da construção civil com o produto interno bruto para os municípios no estado de Minas Gerais. **Revista Augustus**, v. 24, n. 49, p. 320-331, 2019. Disponível em: < <https://revistas.unisiam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/478/242> >

ALMEIDA, Renato; JUNQUEIRA, José Cláudio; COELHO, Solange Vaz; CAMARGOS, Isadora; MARTINS, João; ROCHA, Gustavo; FELISBERTO, Juliana; FANTONI Cynthia; DE NARDI, Luciana; ZAPAROLI, Murilo. Resumo Executivo do Diagnóstico dos Resíduos da Construção Civil e Volumosos (RCCV). **Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: 2014. Disponível em < http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/ARM_01_03_RCCV_002_20141020-1.pdf>

AMERICANA. Lei Municipal nº 4.198, de 8 de setembro de 2005. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com o previsto na Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Americana: 2005. Disponível em: <https://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Lei_4198_RCD_Americana_fQIspWr.pdf >

ANÁPOLIS. Lei Municipal nº 3.418, de 25 de novembro de 2009. Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil para o município de Anápolis, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Anápolis, 25/11/2009. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/go/a/anapolis/lei-ordinaria/2009/341/3418/lei-ordinaria-n-3418-2009-institui-o-plano-integrado-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-para-o-municipio-de-anapolis-e-da-outras-providencias>>

ANGULO, Sérgio Cirelli; TEIXEIRA, Cláudia Echevengúá; CASTRO Alessandra Lorenzetti de; NOGUEIRA Thais Passos. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 299-306, 2011. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/esa/v16n3/v16n3a13.pdf>>

ARACAJU. Lei Municipal nº 4.452, de 31 de outubro de 2013. Institui, no âmbito do Município de Aracaju, o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – SGRCC, e dá providências correlatas. **Câmara Municipal**, Aracaju,

01/11/2013. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/lei-4452-2013-aracaju_261473.html>

ARARAQUARA. Lei Municipal nº 6.352, de 9 de dezembro de 2005. Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Araraquara. 09/12/2005. Disponível em: <<https://c-mara-municipal-da-araraquara.jusbrasil.com.br/legislacao/288462/lei-6352-05>>

ARAÚJO, Daniel de Lima; FELIX, Ludmylla Pires; COSTA E SILVA, Leonardo; DOS SANTOS, Thiago Martins. Influência de agregados reciclados de resíduos de construção nas propriedades mecânicas do concreto. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, n. 1, 2016. Disponível em < <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/35467/pdf>>

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004 – **Resíduos Sólidos -classificação**. ABNT, 2004a.

_____. NBR 15.112 – **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. ABNT, 2004b.

_____. NBR 15.113 – **Resíduos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. ABNT, 2004c.

_____. NBR 15.114 – **Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. ABNT, 2004d.

_____. NBR 15.115 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos**. ABNT, 2004e.

_____. NBR 15.116 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos**. ABNT, 2004f.

BAPTISTA JUNIOR, Joel Vieira; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 27-37, 2013. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/urbe/v5n2/a04v5n2.pdf>>

BELO HORIZONTE. Lei Municipal nº 10.522, de 24 de agosto de 2012. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – SGRCC- e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – PMRCC, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Belo Horizonte, 24/08/2012. Disponível em: <http://www.iclei.org.br/residuos/wp-content/uploads/2011/08/Plano_res_constu_civil_BH.pdf>

BESSEN, Gina Rizpah; RIBEIRO, Helena; GÜNTHER, Wanda Maria Risso; JACOBI, Pedro Roberto. Coleta seletiva na região metropolitana de São Paulo: impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 259-278, 2014. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n3/v17n3a15.pdf>>

BRAGANÇA PAULISTA. Lei Municipal nº 4.008, de 3 de outubro de 2008. Estabelece as diretrizes e critérios para o programa de gerenciamento de resíduos da construção civil, de acordo com o previsto na resolução Conama nº 307/02, com alterações ditadas pela resolução Conama nº 348/04, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Bragança Paulista, 03/10/2008. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/b/braganca-paulista/lei-ordinaria/2008/400/4008/lei-ordinaria-n-4008-2008-estabelece-as-diretrizes-e-criterios-para-o-programa-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-de-acordo-com-o-previsto-na-resolucao-conama-n-307-02-com-alteracoes-ditadas-pela-resolucao-conama-n-348-04-e-das-outras-providencias>>

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 ago. 2010.

_____. Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Ed. 135, s.1, p.1, Brasília, 15 jul 2020.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 275, de 25 de Abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 Junho 2001.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 307, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 Jul. 2002.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 Ago. 2004.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002**. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/3871-manual-reune-recomendacoes-para-manejo-de-residuos-da-construcao-civil>>.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 431, de 24 de Maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 Maio 2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 448, de 18 de Janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 Jan. 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis**. Resíduos Sólidos. 2019. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>.

_____. Senado Federal. Projeto de Lei do Senado de nº425, de 2014. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4009854&ts=1567531206705&disposition=inline>>.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil (Literature review: reuse of construction and demolition waste in the construction industry). **Cerâmica**, v. 61, p. 178-189, 2015. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Luzana_Brasileiro/publication/282927361_Literature_review_Reuse_of_construction_and_demolition_waste_in_the_construction_industry/links/579bfe9f08ae802facba5c36/Literature-review-Reuse-of-construction-and-demolition-waste-in-the-construction-industry.pdf>

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de Propriedades Mecânicas e de Durabilidade de Concretos Produzidos Com Agregados Reciclados, Considerando-se a Variabilidade da Composição do RCD**. São Carlos, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007.

CAMPINAS. Lei Municipal nº 14.418, de 05 de outubro de 2012. Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Campinas, 05/10/2012. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/c/campinas/lei-ordinaria/2012/1441/14418/lei-ordinaria-n-14418-2012-institui-o-plano-integrado-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-e-da-outras-providencias>>.

CARDOSO, Afrodite da Conceição Fabiana; GALATTO, Sergio Luis; GUADAGNIN, Mario Ricardo. Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 31, p. 1-10, 2014. Disponível em <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Estimativa+de+Gera%C3%A7%C3%A3o+de+Res%C3%ADduos+da+Constru%C3%A7%C3%A3o+Civil+e+Estudo+de+Viabilidade+de+Usina+de+Triagem+e+Reciclagem+&btnG=>>

CARNEIRO, Alex Pires; BRUM, Irineu Antônio Schadach de; CASSA, José Clodoaldo da Silva. **Reciclagem de Entulho para Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom**. Salvador: EDUFBA: Caixa Econômica Federal, 2001.

CASCAVEL. Decreto Municipal nº 9.775, de 7 de janeiro de 2011. Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil – PGRCC no município de Cascavel, e dá outras providências. **Prefeitura Municipal**, Cascavel: 2011a. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/klugd>>

CASCAVEL. Lei Municipal nº 5.789, de 19 de maio de 2011. Regulamenta a coleta, o transporte e a destinação final de resíduos da construção civil e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Cascavel: 2011b. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/hjdcu>>

CAXIAS DO SUL. Lei Municipal nº 6.359, de 4 de abril de 2005. Institui o plano integrado de gerencialmente de resíduos da construção civil para o município de Caxias do Sul, em

conformidade com as resoluções Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, e 348, 16 de agosto de 2004, e as normas brasileiras correlatas, estabelecidas pela ABNT, na forma que especifica, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Caxias do Sul, 4/04/2005. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/hogln> >

COPAM, Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa COPAM nº 232, de 27 de fevereiro de 2019. Institui o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos. **Diário do Executivo**, Minas Gerais, 09/03/2019.

CUIABÁ. Lei Municipal nº 4.949, de 5 de janeiro de 2007. Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos e o plano integrado de gerenciamento de resíduos de construção civil, nos termos da resolução do Conama nº 307, de 5 de julho de 2002 e dá outras providências. **Gazeta Municipal**, Cuiabá, 05/01/2007. Disponível em: < http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/lei_4949_05_janeiro_2007.pdf >.

CURITIBA. Lei Municipal nº 11.682, de 6 de abril de 2006. Dispõe sobre o programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil em Curitiba – PROMGER, conforme específica. **Câmara Municipal**, Curitiba, 06/04/2006. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/pgdnc> >.

DE FARIAS, Adriana Salete Dantas; MEDEIROS, Henderson Ramon Dantas; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Contribuições de eco-inovações para a gestão ambiental de atividades produtivas em um empreendimento da construção civil. **Brazilian Journal of Management/Revista de Administração da UFSM**, v. 9, n. 1, 2016. Disponível em <<http://www.redalyc.org/pdf/2734/273446628012.pdf>>

DE SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes; PALIARI, José Carlos; AGOPYAN, Vahan; De Andrade, Artemária Coêlho.. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2004. Disponível em < https://www.researchgate.net/profile/V_Agopyan/publication/277152552_Diagnostico_e_combate_a_geracao_de_residuos_na_producao_de_obras_de_construcao_de_edificios_uma_abordagem_progressiva/links/56cde1b08aeb52500c366c9/Diagnostico-e-combate-a-geracao-de-residuos-na-producao-de-obras-de-construcao-de-edificios-uma-abordagem-progressiva.pdf >

DIAS, João Fernando. **Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo: 2004.

DOS SANTOS FONSECA, Thales Daniel; JUNIOR, Leopoldo Uberto Ribeiro. Avaliação da viabilidade de implantação técnica e econômica de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil em Itajubá-MG. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 7, n. 1, 2018. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/57975/34874>>

DOURADOS. Lei Municipal nº 3.494, de 21 de novembro de 2011. Institui a política municipal de resíduos sólidos, nos termos da Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, incluindo o Sistema de Gestão Sustentável de resíduos da Construção civil e Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, nos

termos da Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Dourados, 30/11/2011. Disponível em: < http://do.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2014/07/30_11_11.pdf>.

FADIYA, Olusanjo O.; GEORGAKIS, Panos; CHINYIO, Ezekiel. Quantitative analysis of the sources of construction waste. **Journal of Construction Engineering**, v. 2014, 2014.
 FERNANDEZ, J. A. B.; Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**. Brasília, 2012.

FIEB, Federação das Indústrias do Estado da Bahia. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: redução, reutilização e reciclagem**. Bahia: FIEB, 2006. Disponível em <http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf>

FJP, Fundação João Pinheiro. **Índice Mineiro de Responsabilidade Social**. Minas Gerais, 2020. Disponível em < <http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas>>

FLORIANÓPOLIS. Lei Municipal Complementar nº 305, de 17 de dezembro de 2007. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil no município de Florianópolis e dá outras providências. **Diário Oficial**, Florianópolis, 20/12/2007. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=174504>>.

FOZ DO IGUAÇU. Decreto Municipal nº 24.774, de 9 de agosto de 2016. Regulamenta os procedimentos relativos à aplicação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PGRCC e Plano de Gerenciamento de Resíduos de Demolição – PGRCD, no âmbito do Município de Foz do Iguaçu. **Câmara Municipal**, Foz do Iguaçu, 9/08/2016. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/vgiaf> >.

FRUTAL. Lei Ordinária nº 5.537, de 19 de junho de 2009. Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção civil no Município de Frutal e dá outras providências. **Câmara Municipal, Frutal**, 19/06/2009. Disponível em: < <https://www.frutal.mg.gov.br/amb/legislacao.html> >

GUARULHOS. Lei Municipal nº 6.126, de 27 de abril de 2006. Institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e volumosos e dá providências correlatas. **Câmara Municipal**, Guarulhos, 27/04/2006. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/gnmkq> >

GUAXUPÉ. Lei Municipal nº 2.137, de 17 de julho de 2012. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos do município de Guaxupé e dá outras providências. **Câmara Municipal, Guaxupé**, 17/07/2012. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/mvbso> >

HOSNI, Anis Salim; CAVAIGNAC, André Luís de Oliveira; MACEDO, Alcebíades Negrão. Análise de viabilidade da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos de Construção Civil (RCC) em um Município de médio porte. **Brazilian Journal of Production Engineering - BJPE**, 5(4), 122-134. Disponível em <<https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/27356/18599>>

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008**. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/tabelas>>

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Produto Interno Bruto dos Municípios de 2017**. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/tabela>
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=o-que-es>>

IBAM, Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Três Corações/MG. **Plano Diretor Prefeitura de Três Corações**. Três Corações: 2017. Disponível em <<http://www.trescoracoes.mg.gov.br/docs/2017/planodiretor/produto1-plano%20de%20trabalho-20.10.17.pdf>>

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos da Construção Civil**. Brasília, 2012. 42 p. Disponível em < https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf >

ITAJAI. Lei Municipal nº 6.141, de 5 junho de 2012. Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com previsto na resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, de 16 de agosto de 2004 e lei federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Itajaí, 5/06/2012. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/lpqhb> >

ITAJUBÁ. Decreto nº 5.762, de 29 de setembro de 2015. Institui o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil do Município de Itajubá, estabelece as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos oriundos das atividades da construção civil e dá outras providências. **Diário Oficial do Município, Itajubá**, 29/09/2015. Disponível em: < <http://diariooficial.itajuba.mg.gov.br/upload/Decreto%205762.pdf> >

ITO, Marcia Harumi; COLOMBO, Renata. Resíduos volumosos no município de São Paulo: gerenciamento e valorização. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

ITU. Lei Municipal nº 1.585, de 26 de novembro de 2013. Institui plano integrado de gestão de resíduos da construção civil resíduos volumosos e seus componentes, o programa municipal de gerenciamento e projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do município da estância turística de Itu, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Itu, 26/11/2013. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/trmac> >

JACAREÍ. Lei Municipal nº 4.854, de 7 de janeiro de 2005. Dispõe sobre os procedimentos de segregação, armazenamento, transporte e disposição final dos resíduos sólidos da construção civil, estabelecendo responsabilidades, infrações e penalidades, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Jacareí, 07/01/2005. Disponível em: < <http://legislacao.jacarei.sp.gov.br:85/jacarei/images/leis/html/L48542005.html> >

JACAREÍ. Lei Municipal nº 5.484, de 9 de setembro de 2010. Altera a lei nº 4.854, de 7 de janeiro de 2005, que “dispõe sobre os procedimentos de segregação, armazenamento, transporte e disposição final dos resíduos sólidos da construção civil, estabelecendo responsabilidades, infrações e penalidades e dá outras providências”. **Câmara Municipal**, Jacareí, 9/9/2010. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/aghre> >.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10>>

JADOVSKI, Iuri. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição**. 2005. 180 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. Disponível em < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10156/000524802.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

JARAGUÁ DO SUL. Lei Municipal nº 4.302, de 16 de junho de 2006. Institui o sistema para a gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos no município de Jaraguá do Sul e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Jaraguá do Sul, 16/07/2006. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/bjfer> >

JOÃO PESSOA. Lei Municipal nº 11.176, de 10 de outubro de 2007. Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e demolição de acordo com o previsto na resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, João Pessoa, 10/10/2007. Disponível em: < <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/legislacao/lei-no-11-176-de-10-de-outubro-de-2007-sistema-de-gestao-sustentavel-de-residuos/> >

JOINVILLE. Lei Municipal nº 5.159, de 24 de dezembro de 2005. Institui o sistema para a gestão sustentável da construção civil e resíduos volumosos no município de Joinville e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Joinville, 24/12/2005. Disponível em: < <https://cm-joinville.jusbrasil.com.br/legislacao/500155/lei-5159-05> >.

JOHN, Vanderley M.; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos da construção. **Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos**, 2000. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/V_Agopyan/publication/228600228_Reciclagem_de_residuos_da_construcao/links/0046352af919c1984c000000.pdf>

KLEIN, Flávio Bordino; DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 40, 2017. Disponível em < <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/47703/32121>>

LAGES. Lei Complementar nº 240, de 9 de agosto de 2005. Institui o sistema para gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos no município de Lages e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Lages, 9/8/2005. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/rmajk> >

LAGOA SANTA. Lei Municipal nº 4.077, de 21 de novembro de 2017. Institui o Código de Limpeza Urbana do Município de Lagoa Santa e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Lagoa Santa, 21/11/2017. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/mvejt> >

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos Com Agregados Reciclados de Resíduos da Construção e Demolição**. Porto Alegre, 2001. 290 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Porto Alegre, 2001.

LONDRINA. Decreto nº 768, de 23 de setembro de 2009. Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de resíduos da construção civil no Município de Londrina-PR, disciplina os transportes e resíduos em geral e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Londrina, 23/09/2009. Disponível em: < http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_ambiente/gestao%20residuos/decreto_768_2009.pdf >

LUANGCHAROENRAT, Chakkrit; INTRACHOOT Singh; PEANSUPA Vachara; SUTTHINARAKORN Wandee. Factors influencing construction waste generation in building construction: Thailand's perspective. **Sustainability**, v. 11, n. 13, p. 3638, 2019. Disponível em < <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/13/3638/htm> >

MANHUAÇU. Lei Complementar nº 04, de 12 de dezembro de 2017. Dispõe sobre o código de Posturas do Município de Manhuaçu. **Câmara Municipal**, Manhuaçu: 12/12/2017. Disponível em: < https://www.manhuacu.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx?cdLocal=12&arquivo=%7B6B66BE18-6EA0-AEE1-055E-DA312BC504AC%7D.pdf >

MARQUES, Ana Claudia; CAMPOS, Alessandro; MATIAS, Rosemary; BARRETO, Suellen Regina de Oliveira Revestimento cimentício composto por resíduos da construção civil e lama de mármore e granito. In: **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS**. 2017. Disponível em < <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/III-043.pdf> >

MENDES, Claudiceia Silva. Desafios para a implementação de políticas públicas para o gerenciamento dos resíduos da construção civil. **VI Jornada Internacional de Políticas Públicas**. Universidade Federal do Maranhão, 2013.

MENDES, Luana Ferreira; ALMEIDA, Marianne S. Teixeira; NUNES, Flávio Soares; MARTINS, Lucas de Albuquerque; REZENDE, Ramiro Machado. Utilização de resíduos da construção civil na confecção de concretos. **16º Congresso Nacional do Meio Ambiente**, v. 11, n. 1. 2019. Disponível em < <http://www.meioambientepocos.com.br/Trabalhos%20Cient%20C3%ADficos/Gerenciamento%20de%20Res%20C3%ADduos%20S%20C3%B3lidos%20e%20L%20C3%ADquidos/181.%20UTILIZA%20C3%87%20C3%83O%20DE%20RES%20C3%8DDUOS%20DA%20CONSTRU%20C3%87%20C3%83O%20CIVIL.pdf> >

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 14.128, de 19 de dezembro de 2001. Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais e sobre os instrumentos econômicos e financeiros aplicáveis a Gestão de Resíduos Sólidos. **Diário do Executivo**, Minas Gerais, 20/12/2001.

_____. Lei Estadual nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre Política Estadual de Resíduos Sólidos. **Diário do Executivo**, Minas Gerais, 13/01/2009.

MONTEIRO, Caroline; KARPINSKI, Josiani Aparecida; KUHL, Marcos Roberto; MOROZINI, João Francisco. A gestão municipal de resíduos sólidos e as ações de sustentabilidade: um estudo realizado em um município do centro oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, n. 1, 2017. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/urbe/2016nahead/2175-3369-urbe-2175-3369009001AO010.pdf>>

MOURÃO, Sheila Abreu; ARAGÃO, Victor Rodrigues; DAMASCENO, Daise Anne Pereira Meira. Diagnóstico da disposição dos resíduos sólidos da construção civil na cidade de Montes Claros, MG. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 251-261, 2015. Disponível em <<https://www.redalyc.org/pdf/4675/467546194023.pdf>>

NETO, J. da C.; SCHALCH, Valdir. Gestão dos resíduos de construção e demolição: estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil. **Revista Engenharia Civil**, v. 36, n. 1, p. 41-50, 2010. Disponível em <<http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n36/Pag.41-50.pdf>>

NOVA LIMA. Deliberação Normativa CODEMA nº11, de 14 de setembro de 2017. Institui a Gestão Sustentável de Resíduos da Construção civil e de Resíduos volumosos de Nova Lima. **Secretaria Municipal do Meio Ambiente**, Nova Lima, 14/09/2017. Disponível em: <<https://novalima.mg.gov.br/uploads/legislacoes/DeliberacaoNormativaCODEMA11-ResiduosConstrucaoCivilResiduosVolumosos.pdf>>

PARÁ DE MINAS. Lei Municipal nº 5.285/2011, de 16 de novembro de 2011. Dispõe sobre a gestão e a prestação dos serviços de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos do município de Pará de Minas/MG. **Câmara Municipal**, Pará de Minas, 16/11/2011. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/gfqro>>.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; FRASSON, Sueli Aparecida; DE MELO CONTI, Diego. Economia Circular: estudo de casos múltiplos em usinas de reciclagem no manejo de resíduos da construção civil. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 49, p. 136-157, 2019. Disponível em <<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/8216>>

PASSO FUNDO. Lei Municipal nº 5.102, de 5 de dezembro de 2014. Dispõe sobre o aproveitamento, reciclagem e processamento de entulho e estabelece diretrizes para o gerenciamento de resíduos oriundos da construção civil no município de Passo Fundo, conforme específica. **Câmara Municipal**, Passo Fundo: 2014. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/cubfk>>

FERREIRA, Pedro Henrique Costa Monteiro; RIBEIRO, Henrique Ferreira. Resíduos da Construção Civil: Panorama da legislação municipal nos 200 municípios brasileiros. **Netresíduos**. 2017. Disponível em <<http://blog.netresiduos.com.br/2017/06/12/rcc-panorama-da-legislacao-municipal-brasileira/>>

PEREIRA, Grazyelle Rocha; REBELO, Silene; WAHRLICH, Júlia; SIMIONI, Flávio José. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de uma unidade de reciclagem de resíduos da

construção civil. **Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**. Curitiba: 2017. Disponível em < <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/210/151>>

PIRACICABA. Lei Municipal nº 6.962, de 22 de dezembro de 2010. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e de Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307/02 e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Piracicaba, 22/12/2010. Disponível em: < <http://www.semob.piracicaba.sp.gov.br/filelegislacao/20151117133910.pdf> >

PINTO, Tarcísio de Paula. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 1999. 203 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – **Escola Politécnica, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 1999.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLES, Juan Luís Rodrigo. Manejo e gestão de resíduos da construção civil. – Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: Ministério das Cidades, **Ministério do Meio Ambiente**, Caixa Econômica Federal, 2005.

PINTO, Gilberto Júnior Ferreira; MELO, Eusileide Suianne Rodrigues Lopes de; NOTARO, Krystal de Alcantara. Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil–Métodos de Cálculo. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Campina Grande/PB. 2016. Disponível em < <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-003.pdf>>

POÇOS DE CALDAS. Lei Municipal nº 8.321, de 26 de outubro de 2006. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção civil e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da construção Civil de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Poços de Caldas, 26/10/2006. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/secjl> >

PONTA GROSSA. Lei Municipal nº 8.236, de 13 de outubro de 2005. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Câmara Municipal**, Ponta Grossa, 21/09/2005. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/ndfsh> >.

PORTO ALEGRE. Lei Municipal nº 10.847, de 9 de março de 2010. Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Porto Alegre, estabelece as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil (RCCs) e dá outras providências. **Diário Ordinário Municipal**, Porto Alegre, 10/03/2010. Disponível em: < legisweb.com.br/legislacao/?id=176935 >

PORTO VELHO. Portaria Conjunta SEMUSB nº 30, de 17 de maio de 2016. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil na cidade de Porto velho e disciplinando as ações mínimas necessárias de forma a controlar e minimizar os impactos ambientais gerados ao município. **Diário Oficial Municipal**, Porto Velho, 17/05/2016. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=323728> >

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE – PMBH. SLU reforma unidades de recebimento de entulho. 2019. Disponível em < <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/slu-reforma-unidades-de-recebimento-de-entulho>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE – PMBH. BH em Pauta: Entulho de construção civil é reaproveitável. 2017. Disponível em <<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/bh-em-pauta-entulho-de-construcao-civil-e-reaproveitavel>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO - PMSP. Resíduos de Construção Civil (RCC). 2019. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/entulho/index.php?p=4627>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO – PMSP. Áreas de destinação dos resíduos da construção civil (RCC). 2019. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/att/index.php?p=4632>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES – PMTC. **Estatísticas**. 2020. Disponível em: <<https://www.trescoracoes.mg.gov.br/index.php/2014-12-30-11-10-09/5190-estatisticas>>

RECIFE. Lei Municipal nº 17.072, de 3 de janeiro de 2005. Estabelece as diretrizes e critérios para o programa de gerenciamento de resíduos da construção civil. **Câmara Municipal**, Recife: 2005. Disponível em: < <https://cm-recife.jusbrasil.com.br/legislacao/261440/lei-17072-05> >

RIBEIRÃO PRETO. Lei Complementar nº 1.704, de 6 de julho de 2004. Dispõe sobre o gerenciamento, disciplina a coleta, o transporte e a deposição final de resíduos da construção civil. **Câmara Municipal**, Ribeirão Preto, 06/07/2004. Disponível em: < <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/legislacao-municipal/pesquisa/lei-impressao/6841> >

SALVADOR. Decreto nº 12.133, de 08 de outubro de 1998. Dispões sobre o manejo, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final dos resíduos sólidos resultantes das obras de construção civil e dos empreendimentos com movimento de terra - entulho - e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Salvador: 1998. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/kgdtm> >

SANTOS, E.C.G. Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado. 2007. 168 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, **Universidade de São Paulo**, São Carlos, 2007.

SANTOS, Matheus Henrique Silva; MARCHESINI, Márcia Maria Penteado. Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD). **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 8, n. 2, p. 67-85, 2018. Disponível em < <http://189.2.181.205/index.php/rms/article/view/1359/pdf>>

SÃO BERNARDO DO CAMPO. Lei Municipal nº 5.602, de 19 de outubro de 2006. Institui o plano integrado e o programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil, e dá outras providências. **Câmara Municipal**, São Bernardo do Campo, 19/10/2006. Disponível em: < <https://camara-municipal-de-sao-bernardo-do-campo.jusbrasil.com.br/legislacao/701133/lei-5602-06> >

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Lei Municipal nº 9.393, de 20 de dezembro de 2004. Institui o Sistema para a Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos e dá outras providências. **Câmara Municipal**, São Jose do Rio Preto, 20/12/2004. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/fslcr> >

SÃO LEOPOLDO. Decreto nº 6.276, de 1º de dezembro de 2009. Dispõe sobre o plano operacional de coleta de lixo domiciliar e seletiva que tratam os artigos, 273, 280, 290, 291, 292, 293, 294 e 295 do código municipal de meio ambiente e dá outras providências. **Câmara Municipal**, São Leopoldo, 01/12/2009. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/orasm> >.

SÃO LUÍS. Lei Municipal nº 4.653, de 21 de agosto de 2006. Cria o sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da construção civil e resíduos volumosos, e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil no município de São Luís – MA e dá outras providências. **Câmara Municipal**, São Luís, 21/08/2006. Disponível em: < <https://camara-municipal-de-sao-luis.jusbrasil.com.br/legislacao/829947/lei-4653-06> >.

SÃO PAULO. Lei Municipal nº 14.803, de 26 de junho de 2008. Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos Volumosos e seus componentes, o programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme previsto na Resolução CONAMA nº307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo e dá outras providências. **Câmara Municipal**, São Paulo, 26/06/2008. Disponível em: < <https://cm-sao-paulo.jusbrasil.com.br/legislacao/709982/lei-14803-08> >

SÃO PAULO. Decreto Municipal nº 55.113, de 15 de maio de 2014. Dispõe sobre a implantação de Ecopontos no Município de São Paulo. Diário **Oficial da Cidade de São Paulo**. p.1 em 16/05/2014. São Paulo: 2014 Disponível em< <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-55113-de-15-de-maio-de-2014>>

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO. Lei nº 3949 de 15 de março de 2013. Institui o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de São Sebastião do Paraíso. **Câmara Municipal de São Sebastião do Paraíso**, 15/03/2013. Disponível em < http://www.ssparaíso.mg.gov.br/storage/downloads/lei_3949_13_institui_plano_de_gestao_d_e_residuos_solidos.pdf>

SETE LAGOAS. Decreto nº 5.542, de 27 de setembro de 2016. Institui o regulamento do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Sete Lagoas e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Sete Lagoas: 2016. Disponível em: < <http://leismunicipa.is/vahob> >

SILVA, Júlio César Borges da; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves; AMORIM, Marisa Fasura de. Análise comparativa de modelos e práticas de gestão ambiental em pequenas e médias empresas do setor da construção civil a partir de estudos teóricos. **Interações (Campo Grande)**, v. 18, n. 1, p. 151-164, 2017. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/inter/v18n1/1518-7012-inter-18-01-0151.pdf>>

SILVA, NC da; MALHEIROS, Roberto; CAMPOS, Agostinho Carneiro. A reciclagem e o destino final dos resíduos sólidos de construção e demolição produzidos no município de

Goiânia. **IV Cong. Bras. Gestão Amb.**, Salvador, BA, 2013. Disponível em <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/III-034.pdf>>

SILVA, Vanessa Gomes da; PARDINI, Andrea Fonseca. Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED TM no Brasil com base em dois estudos de caso. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 3, p. 81-97, 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v10n3/a06.pdf>>

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SINIS. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2014. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. Brasília, 2016. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014>>

_____. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2015. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. Brasília, 2017. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-rs-2015>>

_____. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2016. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. Brasília, 2018. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>>

_____. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. Brasília, 2019. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>>

_____. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2018. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. Brasília, 2019. Disponível em <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2018/Diagnostico_RS2018.pdf>

TRÊS CORAÇÕES. Lei nº 3831, de 14 de junho de 2013. Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico destinado à execução dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Três Corações. **Câmara Municipal**, Três Corações. 14/07/2014. Disponível em <https://www.trescoracoes.mg.gov.br/docs/geral/Lei_3977_2014_Institui_o_Plano_Municipal_de_Saneamento_Basico_2014.pdf>

TRÊS CORAÇÕES. Projeto de Lei nº 3.977, de 14 de julho de 2014. Dispõe sobre a política de proteção, conservação e controle do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no município de Três Corações. **Câmara Municipal**, Três Corações. 14/06/2013. Disponível em <http://www.trescoracoes.mg.gov.br/docs/2016/legislacao_ambiental/Lei%20n%C2%BA3831_2013.pdf>

UBERLÂNDIA. Lei Municipal nº 9.244, de 26 de junho de 2006. Institui o Sistema Municipal para a Gestão Sustentável de resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, revoga a lei nº 8.672, de 18 de maio de 2004 e dá outras providências. **Câmara Municipal**, Uberlândia, 26/06/2006. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/qdgit>>

VARGINHA. Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil do Município de Varginha. Decreto nº 6.613, 2013. Disponível em

<<http://www.varginha.mg.gov.br/legislacaomunicipal/decretos/472-2013/10415-decreto-nd66132013-institui-o-plano-de-gestao-de-residuossolidos-da-construcao-civil>

VARGINHA ONLINE. Varginha ganha primeira Usina de Reciclagem da Construção Civil. 2015. Disponível em <

https://www.varginhaonline.com.br/noticias/exibe_noticia.asp?id=175630>

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C.; LIMA, F. B. Resistência e Durabilidade de Concretos Produzidos Com Agregados Reciclados Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho**, v. 19, p. 5-18, 2004.

XAVIER, L.L.; ROCHA, J. C. Diagnóstico do resíduo da construção civil – Início do caminho para o uso potencial do entulho. **IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações**. CT206 - IBRACON. P. 57 - São Paulo/SP, 2001. Disponível em <<https://docplayer.com.br/6162587-Anais-organizacao-e-realizacao-ibracon-instituto-brasileiro-de-concreto-comite-tecnico-206-meio-ambiente.html>>

ANEXO A – DADOS DA PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES/MG

Nº OBRA	ÁREA NOVA CONSTRUIDA (m ²)				
	2014	2015	2016	2017	2018
1	62,82	278,83	61,00	55,15	50,92
2	68,53	58,60	60,00	51,01	58,90
3	60,84	155,82	171,62	49,00	65,10
4	49,23	2127,14	55,04	317,84	170,07
5	300,00	69,89	270,65	538,34	75,98
6	100,86	450,15	100,45	61,30	380,80
7	60,06	64,00	182,69	728,34	247,66
8	64,00	37,86	58,01	47,48	639,83
9	326,00	57,01	1209,08	538,34	52,75
10	54,10	57,34	55,06	53,15	59,50
11	116,00	69,93	47,80	56,75	270,18
12	60,24	57,27	130,18	68,69	69,13
13	65,25	210,00	282,32	64,90	24,36
14	20,13	633,92	100,80	56,91	62,10
15	51,90	107,20	395,30	64,00	66,97
16	57,42	612,00	60,20	121,45	278,83
18	62,40	235,19	66,85	56,96	65,20
19	58,72	141,78	89,71	221,59	69,33
21	134,81	68,29	59,70	60,04	69,00
22	69,97	171,42	57,09	66,55	66,90
23	141,66	11,26	315,10	59,25	106,40
24	90,70	271,58	60,90	50,00	566,45
25	69,56	49,24	52,64	69,54	101,76
26	69,95	63,62	69,99	62,44	190,11
27	40,00	2735,00	288,35	54,46	74,86
28	40,00	57,34	60,06	62,94	106,37
29	69,98	1213,48	56,07	60,00	69,75
30	55,09	171,88	53,18	60,00	461,74
31	51,00	108,97	58,03	24,09	105,10
32	55,26	116,38	83,16	62,89	64,80
33	196,90	70,00	391,90	417,08	159,69
34	67,38	50,00	67,00	275,89	57,29
35	37,27	59,86	67,00	138,60	55,00
36	567,00	195,00	367,28	1209,80	54,00
37	66,57	163,68	285,65	59,28	69,80
38	256,30	146,00	64,80	154,51	58,90
39	65,32	59,35	60,90	40,20	65,48
40	69,74	116,00	57,05	106,44	55,13
41	128,70	342,96	63,80	66,85	64,00

42	59,88	115,00	310,89	69,80	58,00
43	61,03	52,95	55,51	140,30	67,10
44	58,89	57,01	91,63	62,20	62,00
45	69,90	55,51	187,73	60,00	69,10
46	83,63	32,30	61,27	346,50	56,00
47	309,85	70,00	236,76	57,67	67,97
48	52,25	69,72	617,64	349,60	69,30
49	46,86	46,00	55,01	66,00	62,12
50	46,57	53,90	64,00	69,96	65,00
51	69,94	69,96	282,54	60,15	54,00
52	56,00	60,00	60,06	57,85	59,93
53	47,00	70,00	53,59	64,80	135,00
54	257,58	69,78	58,00	63,15	55,00
55	55,96	69,90	62,89	42,78	44,00
56	83,22	50,00	60,11	60,00	45,00
57	76,46	62,00	60,22	69,99	67,40
58	60,00	393,76	110,00	125,27	659,83
59	68,98	67,25	308,69	45,01	56,60
60	336,40	3077,00	55,16	65,19	609,41
61	566,36	53,18	79,99	3109,09	60,50
62	96,95	61,24	55,12	355,03	235,84
63	177,00	50,67	343,16	51,00	69,70
64	59,88	54,63	61,25	112,50	50,00
65	49,98	209,42	60,06	66,65	183,74
66	131,75	69,62	69,98	67,07	280,10
67	42,76	115,25	62,95	54,00	29,10
68	44,00	123,07	53,75	58,86	58,00
69	93,00	46,34	191,58	57,00	726,86
70	166,00	55,09	101,47	52,00	65,75
71	120,25	55,09	53,86	190,82	70,00
72	52,00	55,09	62,64	58,95	69,99
73	52,00	55,09	69,80	532,11	68,85
74	59,70	55,09	53,56	66,60	64,10
75	57,24	55,09	119,95	65,34	57,15
76	50,00	60,27	119,95	58,48	105,52
77	52,35	49,24	119,95	104,73	7049,98
78	142,84	51,50	68,92	63,58	58,86
79	50,10	316,10	64,48	59,65	51,00
80	52,00	122,38	69,39	66,31	51,00
81	60,46	59,50	63,45	55,09	60,08
82	52,00	93,47	54,32	66,85	54,09
83	1584,00	93,47	150,00	272,32	740,83
84	69,99	66,31	73,50	66,50	42,85
85	69,98	380,08	68,20	49,36	54,95
86	69,84	53,90	44,23	58,00	1389,07

87	69,75	122,65	60,55	54,00	80,00
88	69,70	256,87	52,87	319,43	59,30
89	69,98	64,90	209,28	53,00	69,00
90	66,33	600,00	190,11	452,55	143,75
91	62,82	65,00	69,99	58,00	60,80
92	65,74	96,94	69,95	70,00	59,00
93	69,45	57,06	67,52	60,90	67,77
94	453,60	99,99	53,37	82,40	61,54
95	69,71	65,07	57,01	51,80	64,70
96	69,71	98,31	54,01	66,31	51,00
97	63,09	105,54	55,68	55,09	12,07
98	60,58	87,32	69,90	65,40	247,24
99	64,64	95,60	55,15	62,10	261,52
100	58,97	94,47	100,00	225,18	98,02
101	65,40	93,47	50,05	59,50	69,03
102	70,00	112,40	69,90	7,29	355,84
103	69,96	439,58	100,23	269,21	56,02
104	82,50	100,00	301,64	114,90	60,04
105	52,04	69,97	109,26	61,66	100,00
106	61,80	294,78	109,80	62,30	68,00
107	69,73	67,21	118,10	706,49	367,39
108	77,97	33,24	69,87	700,66	82,30
109	69,82	61,00	148,45	4854,41	237,46
110	60,12	65,00	59,55	174,22	89,51
111	65,74	49,55	64,60	57,09	60,20
112	69,85	59,65	69,30	251,50	61,50
113	52,92	53,90	59,10	174,22	130,77
114	69,54	59,80	47,70	427,30	53,00
115	1711,00	66,00	69,98	63,00	64,28
116	52,03	185,50	70,00	52,73	56,02
117	57,12	130,25	52,12	56,00	63,03
118	52,18	69,98	69,90	69,73	67,00
119	49,24	69,68	56,03	1926,34	
120	148,76	55,04	55,10	228,65	65,00
121	60,00	91,65	69,54	51,60	69,78
122	65,45	121,00	55,01	7384,15	178,29
123	69,79	48,16	66,00	60,00	409,54
124	69,67	186,52	60,53	59,65	259,13
125	50,00	264,00	180,00	126,45	69,75
126	48,00	70,00	230,00	83,50	626,84
127	55,40	219,84	69,99	58,00	69,25
128	50,00	159,73	64,00	54,00	749,43
129	148,76	217,00	353,14	251,50	53,82
130	148,76	1115,67	100,00	60,00	57,25
131	197,25	69,41	49,61	58,80	96,05

132	50,00	122,92	313,18	51,84	276,00
133	53,50	167,44	69,74	57,79	98,53
134	49,80	65,50	93,31	52,00	69,95
135	70,00	69,90	1360,40	60,64	50,36
136	58,00	69,88	69,00	58,48	68,00
137	96,90	55,09	310,00	175,12	116,90
138	55,04	495,14	115,91	474,52	69,67
139	148,76	905,06	936,12	135,00	400,00
140	69,65	24,00	56,00	652,00	48,08
141	99,29	59,65	161,14	95,54	1583,62
142	65,86	65,29	60,00	69,85	128,50
143	69,96	1097,00	69,50	59,70	1426,17
144	60,84	112,29	162,50	64,80	159,69
145	47,00	70,00	69,95	59,70	61,35
146	103,81	70,00	58,33	45,01	51,00
147	327,68	132,92	69,70	60,68	65,00
148	96,79	69,98	229,50	66,60	200,00
149	44,00	57,80	58,38	58,80	65,10
150	68,14	59,65	245,43	867,24	51,55
151	65,21	57,50	266,36	900,98	62,80
152	63,28	87,71	2040,74	526,09	62,00
153	69,90	57,50	55,04	109,54	68,37
154	56,56	66,00	115,87	58,80	210,09
155	65,33	65,50	54,98	203,29	57,60
156	95,74	65,10	568,14	346,85	67,65
157	3,75	57,30	94,91	69,76	62,79
158	1798,33	55,70	289,00	47,78	65,00
159	65,33	57,30	55,50	47,78	137,51
160	116,01	57,50	288,35	69,85	217,40
161	69,96	55,10	356,70	205,11	69,95
162	63,28	55,04	740,76	182,17	49,41
163	59,80	59,65	180,00	62,89	399,37
164	50,00	66,31	205,17	168,70	60,94
165	54,50	50,00	667,87	110,41	59,00
166	69,52	49,80	60,95	46,80	67,60
167	680,00	63,85	157,56	152,10	65,74
168	252,64	55,09	54,31	66,00	69,81
169	259,74	55,09	3528,99	475,95	370,79
170	137,16	55,09	60,22	250,70	61,21
171	120,61	69,85	67,94	56,60	422,67
172	52,97	140,51	53,53	69,45	48,66
173	146,36	55,04	571,47	193,00	54,15
174	85,00	353,96	7439,41	55,31	117,27
175	69,98	64,75	57,57	50,05	46,85
176	50,00	152,96	53,18	65,00	55,60

177	1798,33	526,80	70,00	69,80	504,00
178	174,76	58,00	62,80	69,45	354,25
179	127,98	45,00	55,70	193,00	56,00
180	57,88	138,37	31,85	59,25	69,95
181	100,00	127,00	55,01	360,00	128,03
182	59,94	56,85	67,00	60,25	64,28
183	61,79	-	234,10	127,00	286,66
184	57,88	55,60	66,00	61,18	69,00
185	58,39	69,20	247,86	298,55	54,20
186	59,50	236,41	68,92	241,98	122,30
187	535,39	68,84	179,89	56,77	575,70
188	80,67	65,80	120,21	56,85	54,00
189	349,81	48,25	91,00	58,47	56,00
190	941,56	84,75	349,00	302,00	66,97
191	520,00	70,00	276,10	66,00	215,35
192	297,04	88,75	158,15	58,80	59,00
193	65,00	66,73	74,62	128,10	66,38
194	64,62	546,56	147,28	55,00	69,95
195	53,20	69,40	30,00	63,58	211,63
196	62,76	5,32	106,44	40,00	65,60
197	96,50	100,00	200,56	60,29	69,60
198	660,50	93,87	131,22	240,75	167,77
199	69,85	60,00	17850,51	69,50	65,06
200	48,50	-	100,17	5750,40	52,75
201	139,56	53,00	65,90	63,41	67,97
202	325,14	57,25	739,06	52,50	316,55
203	60,58	69,99	59,70	258,35	187,20
204	69,38	69,56	8,64	56,85	60,22
205	179,67	57,00	66,00	55,00	195,00
206	106,77	60,98	60,20	58,80	65,00
207	59,00	60,00	63,80	70,00	215,15
208	69,70	147,48	63,40	60,94	52,16
209	49,99	-	65,00	61,18	204,17
210	70,00	69,30	46,83	114,70	57,43
211	816,00	55,10	53,75	66,80	137,67
212	57,68	67,97	63,15	57,00	474,43
213	69,86	61,40	53,52	96,78	65,40
214	57,37	48,10	69,53	148,54	393,00
215	50,15	52,28	69,65	480,66	79,82
216	131,69	716,36	2040,69	60,00	70,00
217	65,49	59,65	65,80	69,90	61,43
218	152,92	66,31	159,49	137,06	941,00
219	107,80	301,22	62,56	59,93	63,85
220	119,70	96,59	58,00	50,78	66,97
221	137,04	69,20	57,50	50,76	58,16

222	256,76	69,94	70,00	51,83	44,85
223	65,31	57,00	380,00	61,00	59,15
224	49,70	109,16	113,42	364,50	60,80
225	184,81	15,70	244,13	451,63	51,88
226	42,90	57,00	47,78	120,44	63,60
227	188,36	201,84	67,20	55,09	283,06
228	216,60	63,52	58,60	130,00	235,15
229	28,30	59,96	60,00	393,24	46,97
230	137,04	68,68	69,30	317,63	60,00
231	241,86	168,98	111,67	67,00	53,30
232	49,23	199,93	63,40	116,64	57,30
233	42,97	50,56	100,00	136,68	131,30
234	69,98	69,90	1213,48	55,68	1583,62
235	28,30	50,40	46,29	69,90	98,77
236	55,04	69,96	60,06	55,09	218,22
237	357,00	226,30	69,98	69,96	62,00
238	293,02	318,03	64,00	197,07	46,85
239	1063,40	61,22	91,01	56,00	64,80
240	130,58	69,95	18,92	65,00	277,00
241	58,60	60,06	69,50	57,01	55,12
242	49,24	57,05	62,55	65,00	252,68
243	224,35	65,17	62,55	51,00	65,40
244	67,97	57,01	156,17	65,00	70,00
245	65,92	230,00	131,60	62,00	90,29
246	60,88	187,32	50,12	58,00	60,00
247	49,24	69,79	54,15	54,18	69,92
248	443,34	100,00	55,04	151,92	43,57
249	69,20	57,13	55,04	139,93	58,42
250	1194,06	450,00	66,00	316,94	63,07
251	727,08	406,75	31,40	59,66	140,00
252	68,87	113,82	69,97	69,96	1678,64
253	67,36	110,74	54,43	135,92	62,70
254	55,65	69,97	276,00	57,00	64,00
255	69,50	-	166,97	59,93	311,16
256	50,00	69,99	58,90	69,50	55,14
257	208,69	218,12	173,49	54,00	96,52
258	525,00	54,70	818,55	55,00	60,00
259	450,00	60,00	824,00	110,00	60,30
260	57,96	280,00	477,92	52,24	62,79
261	661,04	65,22	178,68	69,50	64,40
262	185,00	63,00	46,03	77,25	55,64
263	68,73	45,35	37,91	78,20	58,60
264	195,20	64,53	165,88	60,38	60,80
265	159,54	52,64	346,85	60,00	273,63
266	40,16	57,11	69,95	139,50	59,06

267	57,96	55,20	95,75	59,93	740,00
268	49,24	55,70	275,52	64,80	64,00
269	52,50	74,92	230,03	54,18	53,88
270	410,80	60,45	70,00	70,00	235,16
271	349,81	61,80	62,45	55,77	67,74
272	49,99	84,55	193,47	69,30	69,98
273	70,00	69,80	595,93	2451,58	101,31
274	69,00	130,00	50,18	249,22	489,04
275	53,18	60,54	137,92	217,80	321,72
276	53,18	49,23	69,99		77,60
277	55,04	256,45	51,01	161,61	95,00
278	66,20	110,00	1381,15	2864,82	531,67
279	68,30	69,21	63,60	7439,41	53,01
280	204,07	376,00	241,16	60,00	102,91
281	50,40	188,85	66,10	73,50	50,00
282	90,09	65,91	59,58	285,99	413,30
283	55,26	112,38	69,41	53,15	40,14
284	55,04	3457,80	69,98	55,72	60,00
285	62,92	464,72	1480,80	64,10	54,71
286	55,04	251,04	100,52	59,00	54,68
287	50,00	130,30	55,80	2216,66	64,38
288	50,00	60,00	69,80	162,45	61,15
289	48,00	57,13	45,30	220,20	69,57
290	90,75	69,00	63,70	64,80	107,00
291	69,99	489,40	105,61	69,84	941,00
292	46,57	130,00	53,41	28,00	277,00
293	432,03	55,20	69,56	69,90	60,22
294	214,00	55,04	85,40	62,00	56,60
295	69,00	270,65	109,12	83,70	306,17
296	60,00	50,00	126,93	55,09	260,66
297	279,04	52,54	143,16	60,70	53,99
298	49,24	153,81	97,02	106,40	64,90
299	92,00	316,10	69,34	58,80	64,90
300	123,00	246,00	69,80	135,14	118,00
301	209,30	128,72	132,22	104,31	760,11
302	213,43	64,90	215,59	122,61	904,75
303	191,93	87,08	176,70	172,66	429,00
304	1084,50	174,82	197,13	69,22	64,90
305	391,23	94,47	44,00	69,70	524,60
306	49,80	60,00	69,00	213,50	365,00
307	52,00	65,24	48,88	160,78	65,00
308	122,17	50,00	69,80	141,10	69,96
309	178,25	64,15	504,00	65,00	850,00
310	287,22	59,70	436,97	129,94	50,65
311	229,93	60,00	432,00	1760,85	69,90

312	126,18	66,73	59,58	83,69	5,35
313	46,05	59,75	338,01	54,50	101,32
314	58,65	52,15	234,75	20,03	237,15
315	79,20	56,00	181,95	295,00	56,73
316	133,89	127,35	69,00	553,60	58,42
317	54,50	97,92	2158,56	155,15	50,65
318	57,96	390,00	69,95	523,32	68,90
319	191,00	65,98	1003,13	523,32	62,23
320	68,89	510,68	69,90	467,00	3930,04
321	52,18	46,57	138,14	60,14	198,34
322	160,32	66,94	67,55	56,26	80,82
323	239,67	56,00	92,00	55,00	70,00
324	353,88	279,91	1381,15	680,56	56,60
325	69,49	68,50	240,00	424,35	111,34
326	826,03	56,84	135,65	254,50	64,48
327	69,49	75,99	41,02	109,80	60,93
328	104,73	635,00	60,65	65,20	747,15
329	136,60	118,27	-	64,00	69,73
330	74,96	254,72	177,70	68,37	61,15
331	48,44	560,00	57,76	204,00	50,63
332	91,60	48,25	67,91	200,00	2614,55
333	65,73	55,01	189,63	55,60	61,54
334	46,20	60,06	311,16	66,97	170,00
335	59,74	69,80	214,60	65,00	2233,86
336	62,42	62,34	69,30	69,90	208,00
337	56,01	92,00	52,65	257,16	50,79
338	40,57	105,46	224,59	348,22	64,98
339	99,99	660,50	51,06	249,85	48,37
340	86,00	70,00	47,48	60,19	59,30
341	124,70	57,40	56,29	69,80	61,15
342	92,97	69,98	56,50	69,30	270,18
343	51,82	69,84	135,90	68,83	57,00
344	202,56	50,67	356,70	69,80	206,85
345	44,00	55,08	510,68	100,00	44,85
346	66,20	56,64	131,85	69,30	52,04
347	69,22	51,82	59,70	154,75	41,00
348	40,00	45,60	108,07	62,48	131,88
349	65,45	76,65	46,50	544,21	961,00
350	228,00	971,58	59,68	105,32	86,43
351	105,54	67,81	165,00	73,41	108,38
352	80,24	57,91	69,95	116,04	55,21
353	118,40	69,93	357,90	443,10	64,50
354	64,97	79,80	115,60	149,82	69,95
355	69,90	59,00	496,70	117,60	69,73
356	88,93	250,00	53,83	33,01	42,85

357	50,43	133,30	201,60	83,70	245,52
358	197,79	218,61	104,30	48,69	69,43
359	168,62	474,44	447,83	64,42	85,00
360	56,01	55,04	126,28	300,30	66,24
361	55,09	55,04	113,57	387,86	109,92
362	141,26	55,04	210,90	66,80	66,50
363	69,00	204,50	3,80	78,39	115,15
364	100,00	57,59	55,04	178,70	40,00
365	51,00	187,68	109,16	64,43	103,42
366	74,70	2384,95	274,24	53,95	69,54
367	244,07	50,00	333,00	57,01	60,05
368	70,00	274,10	288,01	165,63	69,30
369	69,56	50,00	68,75	48,70	63,20
370	109,87	60,90	70,00	93,67	61,00
371	66,40	49,80	59,28	69,90	27,20
372	61,83	133,92	59,28	70,00	59,50
373	34,00	252,99	58,80	67,72	77,67
374	201,25	57,03	53,60	115,48	138,00
375	136,15	155,48	232,06	223,80	195,57
376	312,00	181,47	59,70	56,00	57,30
377	180,00	140,51	57,35	59,33	69,85
378	57,88	70,00	3192,00	68,03	58,00
379	214,22	66,50	58,38	45,10	99,62
380	396,00	705,24	53,00	68,61	130,30
381	51,00	58,10	54,47	69,90	1209,08
382	4,68	62,35	70,57	63,85	69,92
383	68,20	55,04	170,30	154,88	194,78
384	50,00	76,00	94,30	64,30	52,33
385	147,53	58,30	69,45	47,92	239,28
386	50,73	52,78	118,21	158,85	175,00
387	55,04	2864,82	85,44	58,00	399,08
388	69,76	5728,84	57,00	68,01	360,45
389	204,00	61,95	55,00	54,71	53,31
390	198,25	70,00	66,00	69,33	63,00
391	51,00	55,16	55,14	230,00	35,43
392	60,00	59,45	372,91	61,54	67,00
393	52,03	184,64	120,00	54,50	337,94
394	65,05	69,45	69,90	55,15	714,04
395	50,54	54,78	67,98	56,70	110,52
396	50,00	48,25	237,06	183,05	69,95
397	60,30	236,17	4474,00	63,15	40,00
398	73,94	69,99	-	98,09	61,43
399	40,38	56,00	55,95	69,92	69,08
400	350,22	32,18	315,30	24,37	-
401	69,54	61,16	99,93	131,64	-

402	51,11	52,33	59,00	192,60	-
403	50,00	119,62	395,30	63,20	-
404	50,00	60,90	101,90	69,00	-
405	60,97	236,13	246,28	64,00	-
406	74,76	51,70	103,03	59,35	-
407	318,52	496,85	60,80	55,15	-
408	69,89	57,05	49,35	963,76	-
409	59,63	67,23	70,00	68,00	-
410	726,00	289,00	345,60	69,77	-
411	8275,20	55,50	59,31	79,94	-
412	296,00	56,84	57,00	499,00	-
413	40,25	60,30	60,00	70,00	-
414	215,32	375,00	58,80	66,97	-
415	737,74	49,23	60,06	53,85	-
416	71,11	56,15	157,30	58,00	-
417	154,51	69,88	137,06	171,98	-
418	214,22	244,39	108,00	50,45	-
419	45,36	69,65	119,20	97,00	-
420	58,89	197,58	69,00	152,93	-
421	60,06	253,73	60,00	86,33	-
422	52,23	98,20	259,31	69,85	-
423	69,97	69,91	42,76	202,00	-
424	45,08	57,40	69,56	55,09	-
425	435,49	58,10	69,90	55,09	-
426	250,00	137,94	165,91	201,60	-
427	60,30	55,04	150,57	55,52	-
428	57,25	88,75	59,80	383,72	-
429	50,00	92,15	66,98	69,75	-
430	69,80	5646,20	51,06	58,03	-
431	69,96	236,00	51,00	59,70	-
432	49,95	184,20	66,00	65,77	-
433	52,27	235,35	94,44	47,84	-
434	165,00	370,00	60,11	55,00	-
435	57,05	66,40	103,11	65,80	-
436	68,00	55,65	79,76	2663,28	-
437	163,92	60,60	54,06	159,00	-
438	55,00	50,56	69,95	205,43	-
439	25,76	214,60	157,56	112,87	-
440	49,82	246,00	391,90	-	-
441	146,78	53,18	53,30	170,59	-
442	258,46	60,55	10,50	18834,12	-
443	50,00	97,10	55,04	53,84	-
444	60,00	114,10	55,04	48,03	-
445	53,90	100,00	60,15	55,00	-
446	53,03	176,00	60,00	69,03	-

447	55,07	52,34	59,50	57,29	-
448	241,00	284,25	60,27	26,40	-
449	52,18	3686,22	1554,00	64,00	-
450	183,76	54,12	55,13	67,65	-
451	55,37	59,64	10122,16	66,97	-
452	69,95	65,00	608,00	144,25	-
453	69,74	120,21	69,90	55,09	-
454	60,33	55,09	64,24	68,03	-
455	69,73	69,45	62,35	54,00	-
456	204,02	36,98	59,58	57,01	-
457	52,01	2216,66	50,18	43,00	-
458	64,75	25,22	94,50	69,38	-
459	55,77	100,17	60,60	89,68	-
460	54,96	54,50	58,00	133,62	-
461	142,84	123,07	55,09	69,90	-
462	299,60	5030,50	42,95	386,36	-
463	70,00	55,04	58,38	60,49	-
464	56,00	573,42	145,35	73,16	-
465	10,71	101,90	55,04	69,80	-
466	605,30	368,76	61,15	219,58	-
467	69,57	64,80	23,55	68,20	-
468	600,00	432,00	-	550,24	-
469	381,30	50,67	-	129,44	-
470	69,96	315,18	-	548,00	-
471	80,30	111,83	-	50,45	-
472	69,99	122,20	-	50,92	-
473	391,73	165,51	-	62,97	-
474	65,58	69,65	-	46,85	-
475	59,13	56,66	-	1209,08	-
476	69,93	69,98	-	2692,00	-
477	62,30	57,92	-	372,16	-
478	82,52	58,95	-	719,30	-
479	61,45	52,65	-	350,00	-
480	52,03	37,29	-	187,62	-
481	56,40	57,15	-	56,26	-
482	512,42	299,59	-	62,89	-
483	633,92	56,81	-	409,86	-
484	52,23	1000,00	-	49,65	-
485	241,00	60,00	-	190,48	-
486	49,82	110,69	-	67,00	-
487	19208,31	56,85	-	210,03	-
488	160,67	53,85	-	183,72	-
489	103,14	699,20	-	252,30	-
490	627,00	222,00	-	2737,70	-
491	627,00	88,38	-	120,26	-

492	40,05	55,34	-	-	-
493	69,79	52,53	-	-	-
494	55,03	60,22	-	-	-
495	90,00	57,01	-	-	-
496	58,89	2040,74	-	-	-
497	69,40	56,30	-	-	-
498	46,50	162,06	-	-	-
499	343,65	52,12	-	-	-
500	52,29	55,09	-	-	-
501	98,00	62,35	-	-	-
502	69,42	91,82	-	-	-
503	800,14	154,77	-	-	-
504	3741,22	6755,34	-	-	-
505	54,70	232,78	-	-	-
506	49,23	62,80	-	-	-
507	100,00	621,00	-	-	-
508	166,73	69,99	-	-	-
509	69,75	61,78	-	-	-
510	52,03	334,94	-	-	-
511	155,16	88,48	-	-	-
512	60,50	55,15	-	-	-
513	69,93	55,08	-	-	-
514	247,15	55,04	-	-	-
515	90,00	123,78	-	-	-
516	1419,40	69,30	-	-	-
517	62,47	60,10	-	-	-
518	62,90	227,29	-	-	-
519	243,38	68,20	-	-	-
520	171,88	69,32	-	-	-
521	225,00	49,92	-	-	-
522	66,73	187,30	-	-	-
523	1209,08	52,46	-	-	-
524	66,39	140,40	-	-	-
525	1711,00	135,90	-	-	-
526	146,33	240,00	-	-	-
527	25,44	101,18	-	-	-
528	69,95	68,62	-	-	-
529	250,00	68,92	-	-	-
530	173,83	70,00	-	-	-
531	192,54	100,00	-	-	-
532	50,00	43,99	-	-	-
533	776,76	127,43	-	-	-
534	-	100,00	-	-	-
535	-	887,57	-	-	-
536	-	100,00	-	-	-

537	-	55,85	-	-	-
538	-	140,61	-	-	-
539	-	64,90	-	-	-
540	-	50,25	-	-	-
541	-	55,51	-	-	-
542	-	50,00	-	-	-
543	-	53,90	-	-	-
544	-	141,18	-	-	-
545	-	50,10	-	-	-
546	-	674,40	-	-	-
547	-	44,63	-	-	-
548	-	60,10	-	-	-
549	-	177,36	-	-	-
550	-	54,03	-	-	-
551	-	42,97	-	-	-
552	-	55,14	-	-	-
553	-	494,65	-	-	-
554	-	127,43	-	-	-
555	-	124,30	-	-	-
556	-	55,67	-	-	-
557	-	58,00	-	-	-
558	-	206,66	-	-	-
559	-	47,22	-	-	-
560	-	-	-	-	-
561	-	107,80	-	-	-
562	-	207,15	-	-	-
563	-	69,40	-	-	-
564	-	54,86	-	-	-
565	-	60,05	-	-	-
566	-	60,90	-	-	-
567	-	215,00	-	-	-
568	-	70,65	-	-	-
569	-	55,04	-	-	-
570	-	55,04	-	-	-
571	-	51,64	-	-	-
572	-	49,80	-	-	-
573	-	61,36	-	-	-
574	-	179,41	-	-	-
575	-	95,00	-	-	-
576	-	57,09	-	-	-
577	-	37,00	-	-	-
578	-	69,50	-	-	-
579	-	53,60	-	-	-
580	-	4282,96	-	-	-
581	-	566,36	-	-	-

582	-	242,28	-	-	-
TOTAL (m²)	110972,57	126335,01	120900,46	131573,19	79562,01
ÁREA NOVA CONSTRUÍDA 2014 A 2018 (m²)				569.343,24	

**ANEXO B - CHECAGEM DE COORDENADAS DO PORTAL NACIONAL DE
LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

APÊNDICE A - MAIORES MUNICÍPIOS BRASILEIRO COM LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL CONFORME METODOLOGIA DE FERREIRA E RIBEIRO (2017).

Município	Legislação	A legislação faz referência				Inovação da Norma
		Transporte	Destinação Final	Incentivo à redução in situ	Incentivos a Reciclagem	
Americana/SP	Lei nº 4.198 de 8 de setembro de 2005.	x	x		x	Estabelece que obras com atividades de demolição e reforma devem incluir o compromisso com a prévia desmontagem seletiva dos componentes da construção, visando a minimização dos resíduos a serem gerados e a sua correta destinação; Criará procedimento de registro e licenciamento para que proprietários de áreas que necessitem de regularização geométrica possam executar Aterro de Resíduos de Construção Civil de pequeno porte, obedecendo as normas técnicas brasileiras específicas; Estabelece as condições para o uso preferencial de agregados reciclados que serão estabelecidas para obras contratadas ou executadas pela Administração Pública Direta e Indireta.
Anápolis/GO	Lei nº 3.418 de 25 de novembro de 2009.	x	x	x	x	Não apresenta nenhuma ação específica relacionada ao transporte, destinação, geração e reciclagem do RCC.
Aracaju/SE	Lei nº 4.452 de 31 outubro de 2013.	x	x			Institui Núcleo Permanente de Gestão, cujo objetivo é a facilitação da correta disposição, o disciplinamento dos fluxos e dos agentes envolvidos e a destinação adequada dos RCCs e Resíduos Volumosos gerados no âmbito do Município; Estabelece como obrigação das empresas transportadoras encaminharem mensalmente ao Núcleo Permanente de Gestão, relatórios sintéticos com a discriminação do volume de resíduos removidos e sua respectiva destinação.
Araraquara/SP	Lei nº 6.352 de 9 dezembro de 2005.	x	x		x	Norma com as mesmas considerações de Americana.

Bragança Paulista/SP	Lei nº 4.008 de 3 de outubro de 2008.	x	x	x	x	Para os pequenos geradores (volume de até 0,5 m³) a remoção do RCC será realizada pela Prefeitura Municipal; O grande gerador deve proceder a separação e identificação dos resíduos no local de origem; Cabe ao Município, por meio do órgão competente, a redução dos resíduos oriundos da construção civil; Os grandes geradores devem, ao final da obra, apresentar relatório comprovando o cumprimento do estipulado no Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, sendo expedida certidão pelo órgão municipal responsável pela limpeza urbana, que comporá o acervo de documentos para solicitação de alvará e certidão junto aos órgãos responsáveis.
Belo Horizonte/MG	Lei nº 10.522 de 24 de agosto de 2012.	x	x	x	x	Apresenta formulário para "Comprovante de Transporte de Resíduos", "Plano de Gerenciamento da Construção Civil" e "Caracterização dos Responsáveis".
Campinas/SP	Lei nº 418 de 05 de outubro de 2012.	x	x	x		Aos geradores de grandes volumes de RCCs a emissão de Certificado de Conclusão (de obra) fica condicionada à apresentação dos documentos de Controle de Transporte de Resíduos ou outro serviço de contratação, comprovadores da correta triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados.
Cascavel/PR	Lei nº 9775 de 7 de janeiro de 2011. Lei nº 5.789 de 19 de maio de 2011.	x	x	x	x	Estabelece a obrigatoriedade dos PGRCC aos empreendedores de obras que excedem 600 m² de área construída ou demolição com área acima de 100 m², ou remoção de solo acima de 50 m³. Estabelece formulário de responsabilidade, contendo orientações sobre a segregação, transporte e destino dos RCCs para geradores de área construída superior a 70 m² e inferior a 600 m². Obrigatoriedade de instalação de rastreadores nos caminhões transportadores de RCCs para monitoramento e fiscalização a cargo da Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Todas as caçambas estacionárias deverão apresentar-se identificadas com o nome do proprietário, número do telefone, número de frota da caçamba, e a critério da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, será afixado um selo com

						número do CMTE, devendo estas caçambas ser pintadas em cores vivas e estar em bom estado de conservação; As caçambas deverão possuir em todos os seus lados a pintura de uma faixa refletora para sinalização, e nas duas laterais, deverá constar as inscrições "PROIBIDO JOGAR LIXO DOMÉSTICO" e "RECLAMAÇÕES - LIGUE 156".
Caxias Do Sul/RS	Lei nº 6.359 de 4 de abril de 2005.		x	x	x	O PGRCC deve estabelecer incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou recicláveis no ciclo produtivo
Cuiabá/MG	Lei nº 4.949 de 05 de janeiro de 2007.	x	x		x	Norma com as mesmas considerações de Campinas.
Curitiba/PR	Lei nº 11.682 de 6 de abril de 2006.	x	x			Limita ao volume máximo de 2,5 m³ de RCC, sendo os resíduos Classes A e C segregados entre si, que o pequeno gerador poderá encaminhar aos locais de recebimento ou transbordo que vierem a ser designados pelo Município.
Dourados/MS	Lei nº 3.494 de 21 de novembro de 2011.	x	x		x	Estabelece conteúdo mínimo que deverá conter nos Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Prevê a criação de instrumento de apoio à Política Municipal de Resíduos Sólidos, através do Programa Bolsa Resíduo, corporificado em entreposto denominado "Brechó da Construção", especifica-se apoiar processos de construção, por meio da doação e/ou venda de insumos recuperados nas atividades de triagem de RCC, a pessoas físicas comprovadamente carentes.

Florianópolis/SC	Lei Complementar nº 305 de 17 de dezembro de 2007.	x	x			Não apresenta nenhuma ação específica relacionada ao transporte e destinação do RCC.
Foz Do Iguaçu/PR	Decreto nº 24.774 de 9 de agosto de 2016.	x	x			Estabelece a obrigatoriedade dos PGRCC para obras obras que excedam 300 m² de área construída ou demolição com área acima de 100 m².
Guarulhos/SP	Lei nº 126 de 27 de abril de 2006.	x	x		x	Não apresenta nenhuma ação específica relacionada ao transporte e destinação do RCC.
Itajaí/SC	Lei nº 6.141 de 05 de junho de 2012.	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem dos RCCs sem apresentar inovações.
Itu/SP	Lei nº 1.585 de 26 de novembro de 2013.	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
Jacareí/SP	Lei nº 4.854 de 07 de janeiro de 2005. Lei nº 5.484 de 09 de setembro de 2010.	x	x		x	Estabelece especificações para as caçambas utilizadas para coleta, armazenamento e transporte do RCC. Estabelece o pagamento de diária no caso de permanência da caçamba em locais de vaga de estacionamento rotativo. Condiciona alvará de funcionamento para empresas responsáveis pela coleta, segregação, armazenamento, transporte e disposição final de RCC.
Jaraguá Do Sul/SC	Lei nº 4.302 de 2006.	x	x			Veda o acondicionamento conjunto de resíduos de classes diferentes. Estabelece que os geradores possam transportar seus próprios resíduos e, quando contratarem serviços de transportes de terceiros, ficam obrigados a utilizar exclusivamente os serviços de remoção de transportadores licenciados pelo Poder Público Municipal. Os geradores deverão indicar, no formulário de solicitação de Alvará de Demolição, as empresas que irão efetivar o recolhimento, transporte e destinação final dos resíduos. Condiciona às empresas transportadoras de RCC e resíduos volumosos a emissão de comprovante de carga dos resíduos transportados para o

						gerador.
João Pessoa/PB	Lei nº 11.176 de 10 outubro de 2007.	x	x			Estabelece que os geradores cujas obras possuam área construída superior a 30m ² e inferior a 150m ² , ou remoção de solo acima de 50m ³ , deverão preencher formulário específico, na ocasião da obtenção do alvará de construção, reforma, ampliação e demolição ou de licenciamento ambiental. No caso de obras menores que 30m ² , que gerem acima de 0,500m ³ , de resíduos da construção civil e demolição, deverá o gerador assinar o Controle de Transporte de Resíduos – CTR, emitido pelo transportador ou no caso de transporte próprio os resíduos deverão ser previamente segregados para áreas devidamente licenciados.
Joinville/SC	Lei nº 5.159 de 24 de dezembro de 2005.	x	x		x	Prevê que os geradores de pequenos volumes poderão recorrer, por meio do Disque Coleta para Pequenos Volumes, a remoção remunerada dos resíduos, realizada pelos pequenos coletores privados cadastrados nos Pontos de Entrega.
Lages/SC	Lei Complementar nº 240 de 9 de agosto de 2005.	x	x	x	x	Estabelece critérios para a elaboração do projeto de implantação da área de Transbordo de Resíduos da Construção Civil. Obras novas deverão possuir locais adequados dentro de sua propriedade para realizar triagem dos Resíduos da Construção Civil.
Londrina/PR	Decreto nº 768 de 23 de setembro de 2009.	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.

Passo Fundo/RS	Lei nº 5.102 de 05 de dezembro de 2014.	x	x	x	x	Estabelece a instalação de estruturas e equipamentos adequados nas empresas que recebem os RCCs, e determina a separação do material reciclado em agregado miúdo e graúdo com a finalidade de comercialização. Prevê que empresas transportadoras se adequem a reciclagem e o processamento ou estabelecer a parcerias com outras empresas que possuam empreendimento específico. Impede a cobrança de quaisquer valores do receptor de RCC, tendo em vista que o mesmo dará a destinação correta ao entulho. Empreendimentos com a geração de RCC superior a 1,0 m³/dia deverão obter licença especial de operação. Estabelece que a separação e a reciclagem dos RCCs deverão ocorrer ainda na fonte, no momento da geração.
Piracicaba/SP	Lei nº 6.962, de 22 de dezembro de 2010.	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
Poços de Caldas/MG	Lei nº 8.321 de 26 de outubro de 2006.	x	x			Nomeou de 'Bolsões' os pontos de entrega para pequenos volumes de RCC.
Ponta Grossa/PR	Lei nº 8.236 de 13 de outubro de 2005.		x			Não apresenta nenhuma ação específica relacionada ao transporte, destinação, geração e reciclagem do RCC.

Porto Alegre/RS	Lei nº 10.847 de 9 de março de 2010.	x	x	x	x	Estabelece que os RCCs Classe A serão, preferencialmente, destinados a atividades de reciclagem que lhes agreguem valor e gerem trabalho e renda às populações em situações de vulnerabilidade social, em especial a produção de blocos de concreto para a pavimentação de vias urbanas e a construção civil. Determina que o gerador e o prestador de serviço de transporte devem firmar contrato de transporte de resíduos da construção civil, estabelecendo a responsabilidade solidária entre o gerador e transportador pela destinação final adequada do RCC. Ainda determina que é de responsabilidade do gerador a segregação dos resíduos sólidos, na origem, de forma a garantir que, nas caçambas e nos "containers", sejam colocados apenas resíduos oriundos da construção civil. Determina a elaboração de material publicitário sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos RCCs disponibilizando em locais acessíveis e vinculados a construção civil.
Porto Velho/RO	Portaria Conjunta SEMUSB nº 30 de 17 de maio de 2016.	x	x		x	Estabelece como parte integrante do Plano de Gerenciamento de RCCs a memória de cálculo referente ao volume de RCCs a ser gerado. Determina, ao término do serviço, a obrigatoriedade da apresentação do PGRCC e deverá ser entregue um Relatório de Monitoramento Final estabelecendo um conteúdo mínimo a ser apresentado. Apresenta como anexo o PGRCC simplificado, como modelo a ser seguido na elaboração da documentação.
Recife/PE	Lei nº 17.072 de 04 de janeiro de 2005.	x	x			Constitui infração o depósito de resíduos da construção civil e resíduos provenientes de poda e jardinagem, em qualquer quantidade, em vias, passeios, canteiros, jardins, áreas e logradouros públicos e corpos d'água. Prevê a cobrança pela Prefeitura Municipal pelo serviço prestado para a coleta de pequenos volumes de RCCs.
Ribeirão Preto/SP	Lei Complementar nº 702 de 6 de julho 2004.	x	x			Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.

Salvador/BA	Decreto nº 12.133 de outubro de 1998.	x	x			Prevê a cobrança pelo serviço prestado para a coleta de pequenos volumes de RCCs quando realizado pela Prefeitura Municipal, tendo como base o peso dos RCCs e o custos operacionais do sistema.
São Bernardo Do Campo/SP	Lei nº 5.602 de 19 de outubro de 2006.	x	x	x	x	Estabelece diretrizes para o transporte interno (aos canteiros do obras) dos RCCs. Apresenta diretrizes para a gestão sustentável dos Resíduos de Construção e demolição que devam priorizar os princípios universais de minimização de resíduos exprimidos pela hierarquia dos 3Rs. Estabelece os principais requisitos para que determinada área possa ser escolhida como Centro de Disposição de Resíduo da Construção Civil.
São José Do Rio Preto/SP	Lei nº 9.393 de 20 de dezembro de 2004.	x	x		x	Estabelecem diretrizes para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
São Leopoldo/RS	Decreto nº 6.277 de 1 de dezembro de 2009.	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
São Luís/MA	Lei nº 4.653 de 21 de agosto de 2006.	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
São Paulo/SP	Lei nº 14.803 de 26 de junho de 2008.	x	x		x	Condiciona a execução de aterro de Pequeno Porte com resíduos da construção civil em áreas que necessitem de regularização topográfica e da obtenção do Alvará de Execução de Movimento de Terra junto ao órgão competente.
Sete Lagoas/MG	Decreto nº 5.542 de 27 de setembro de 2016.	x	x		x	Estabelece como integrantes do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil aqueles que geram a quantidade superior de 2m ³ (dois metros cúbicos) de resíduos da construção civil Classe A e C, previamente segregados devendo os RCCs ser entregues nos locais de recebimento ou transbordo devidamente licenciados pelo Município. Como forma de incentivo o Município menciona o estabelecimento, através de incentivo próprio, a obrigatoriedade do uso de percentual de

						agregados reciclados nas obras públicas. Menciona também o estabelecimento de mecanismos de incentivos para utilização de agregados reciclados nas obras particulares e de reconhecimento às empresas construtoras e de transporte que adotarem práticas adequadas para o gerenciamento dos resíduos.
Uberlândia/MG	Lei nº 9.244 de 26 de junho de 2006.	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.

APÊNDICE B - MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS COM POPULAÇÃO ENTRE 50 A 100 MIL HABITANTES COM LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Município	Legislação	A legislação faz referência				Inovação da Norma
		Transporte	Destinação Final	Incentivo à redução in situ	Incentivos a Reciclagem	
Itajubá	Decreto Nº 5762 de 29 de setembro de 2015	x	x			Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
Pará de Minas	Lei Nº 5285/2011 de 16 de novembro de 2011	x	x			Não apresenta legislação específica para RCC. Aborda em uma mesma lei, todos os tipos de resíduos sólidos. Não apresenta diretrizes específicas e inovadoras para os RCCs.
Nova Lima	Deliberação Normativa CODEMA nº11, de 14 de Setembro de 2017.	x	x			Condiciona à emissão da Certidão de Transporte de Resíduos a abertura do processo administrativo no Protocolo SEMAM. Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
Manhuaçu	Lei Complementar Nº 04, de 12 de dezembro de 2017 (Capítulo X).	x	x			Estabelece diretriz para transporte, destinação do RCCs sem apresentar inovações.
São Sebastião do Paraíso	Lei Municipal Nº 3949 de 15 de março de 2013	x	x			Estabelece diretriz para transporte, destinação do RCCs. Autoriza o Município a proceder a cobrança das despesas referentes à utilização das áreas de destinação de RCC executando os transportadores que utilizam veículo de tração animal. Apresenta a fórmula de cálculo da taxa a ser cobrada baseada no Valor de Referência Fiscal do Município (VRFM) por m³ variando de 1% a 4%.

Lagoa Santa	Lei Nº 4.077, de 21 de novembro de 2017	x	x		x	Condiciona o licenciamento anual das caçambas e estipula a o uso de senha para acessar o sistema de emissão do Guia de Transporte de Resíduo da Construção Civil que será gerada em decorrência da informação da origem e destinação do RCC.
Frutal	Lei nº 5.537 de 19 de Junho de 2009	x	x		x	Estabelece diretriz para transporte, destinação e reciclagem do RCCs sem apresentar inovações.
Guaxupé	Lei nº 2137, de 17 de julho de 2012.	x	x		x	Condiciona a emissão de Habite-se ou Alvará de Conclusão à apresentação dos documentos de Controle de Transporte de Resíduos ou outro documento equivalente, que comprove a correta triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados.

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO: TRANSPORTADORES DE RCC

1. A empresa tem o conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e atualizações?
 Sim Não
2. A empresa é cadastrada na Prefeitura Municipal de Três Corações/MG?
 Sim Não
3. O serviço de transporte de entulho é regularizado pela Prefeitura Municipal?
 Sim Não
4. A Prefeitura Municipal fiscaliza a destinação dos Resíduos de Construção Civil (RCC) pela empresa?
 Sim Não
5. A Prefeitura Municipal cobra relatório sobre o transporte dos RCC realizado pela empresa?
 Sim Não
6. É emitido para o contratante um comprovante garantindo a correta destinação do RCC?
 Sim Não
7. Quais os principais tipos de obras em que a empresa coleta os RCC?
 Obras Públicas Obras Privadas
8. Os principais clientes que solicitam a coleta de RCC são em obras caracterizadas, como:
 Construções novas Reforma e/ou demolição
9. Existe a preocupação do contratante quanto à disposição final do RCC?
 Sim Não

10. Quais os locais de destinação dos resíduos provenientes da construção civil?

11. Há o controle do volume e dos tipos dos resíduos transportados?

Sim

Não

12. Qual a quantidade de RCC transportado durante a semana/mês?

13. As caçambas estacionadas em vias públicas possuem algum dispositivo, por exemplo tampa com cadeado, que impossibilite a disposição de resíduos que não os do contratante?

Sim

Não

14. É realizada a separação dos diferentes tipos de resíduos por parte dos geradores?

Sim

Não

15. Caçambas em que há a mistura de diferentes tipos de resíduos ou mesmo contaminação por material orgânico passam por separação e categorização antes da disposição final?

Sim

Não

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO: EMPRESAS CONSTRUTORAS

1. A empresa tem o conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e atualizações?
 Sim Não

2. Qual a principal área de atuação da empresa?
 Obras Públicas Obras Privadas

3. Quais as principais técnicas construtivas utilizadas nas obras realizadas pela empresa?
(alvenaria estrutural, concreto moldado na obra, concreto pré-moldado, etc)?
 Alvenaria estrutural Concreto moldado na obra
 Concreto pré-moldado Outro

4. Existe projeto de gerenciamento dos resíduos nos canteiros de obras?
 Sim Não

5. Existe algum processo para a seleção e separação dos resíduos nos canteiros de obras?
 Sim Não

6. Como é feito o acondicionamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC)?

7. Os RCC são separados em diferentes classes de resíduos?
 Sim Não

8. Qual a destinação dos RCC gerados no decorrer do empreendimento?

9. A empresa tem o conhecimento do local de destinação do RCC dado pelas empresas transportadoras de resíduos?
 Sim Não

10. Existe alguma diretriz quanto à redução de geração de entulhos no canteiro de obras?

Sim

Não

11. Existe algum tipo de reaproveitamento de resíduos na própria obra?

Sim

Não

12. É realizado algum tipo de treinamento com os operários voltado para gerar menos resíduos?

Sim

Não

13. Há programas de conscientização ambiental junto aos operários?

Sim

Não

**APÊNDICE E - ÁREA DE DEPÓSITO DE RCCS DE EMPRESAS
TRANSPORTADORAS E DA PREFEITURA MUNICIPAL**

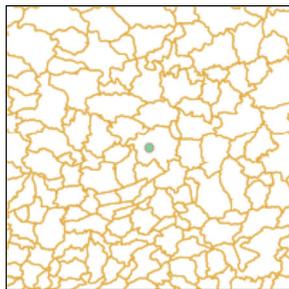
APÊNDICE F - LOCAL DE DEPÓSITO DE RRCS EM CANTEIRO DE OBRA

**APÊNDICE G - ÁREA DE DEPÓSITO DE RCCS EM GRANDES VOLUMES PELA
CIDADE**

Checagem de coordenadas do PNLA

Coordenadas: Longitude= -45.2565; Latitude= -21.68730555555557

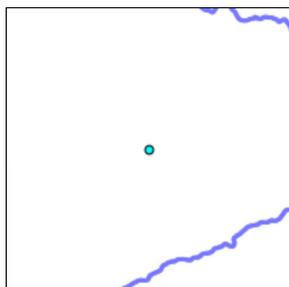
Municípios (1:250.000)



nome = Três Corações
uf = MG

Municípios 2005

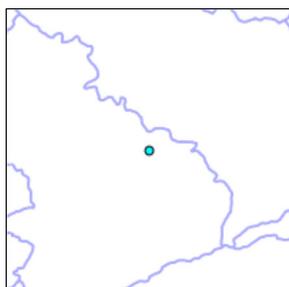
Regiões hidrográficas



pnrh12 = RH do Paraná

Div. Hidrog. Nacional

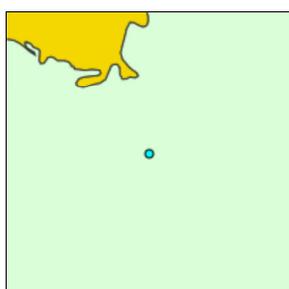
Bacias hidrográficas



regiao1 = PARANÁ
regiao2 = RIO PARANÁ
regiao3 = RIO GRANDE
regiao4 = RIO VERDE

Ottobacias

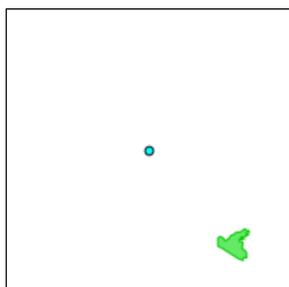
Biomás (1:5.000.000)



cd_legenda = MATA ATLÂNTICA

Amazônia
Caatinga
Cerrado
Pantanal
Pampa
Mata Atlântica

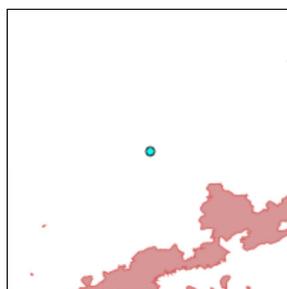
Unidades de conservação Federais Proteção Integral (varia de 1:5.000 a 1:100.000)



Nada encontrado nesse ponto.

UCs federais de proteção integral

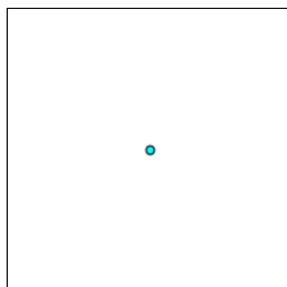
Unidades de conservação Federais Uso Sustentável (varia de 1:5.000 a 1:100.000)



Nada encontrado nesse ponto.

UCs federais de uso sustentável

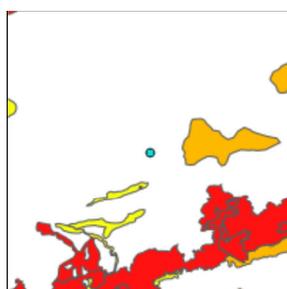
Terras indígenas



Nada encontrado nesse ponto.

Terras indígenas

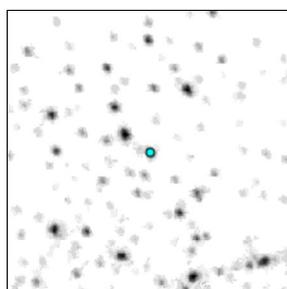
Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade



Nada encontrado nesse ponto.

Alta
Muito Alta
Extremamente Alta
Insuficientemente Conhecida

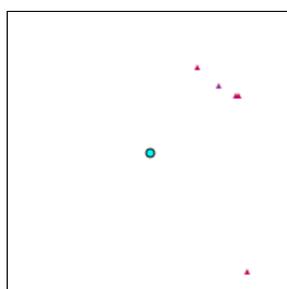
Focos de luzes noturnas (DMSP)



Nada encontrado nesse ponto.

< 10
10 a 14
15 a 20
21 a 28
29 a 37
38 a 46
47 a 55
> 55

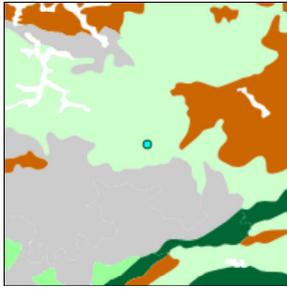
Hidrelétricas



Nada encontrado nesse ponto.

Local+0
Local+1
Estrategicas
Em operação

Vegetação (1:5.000.000)



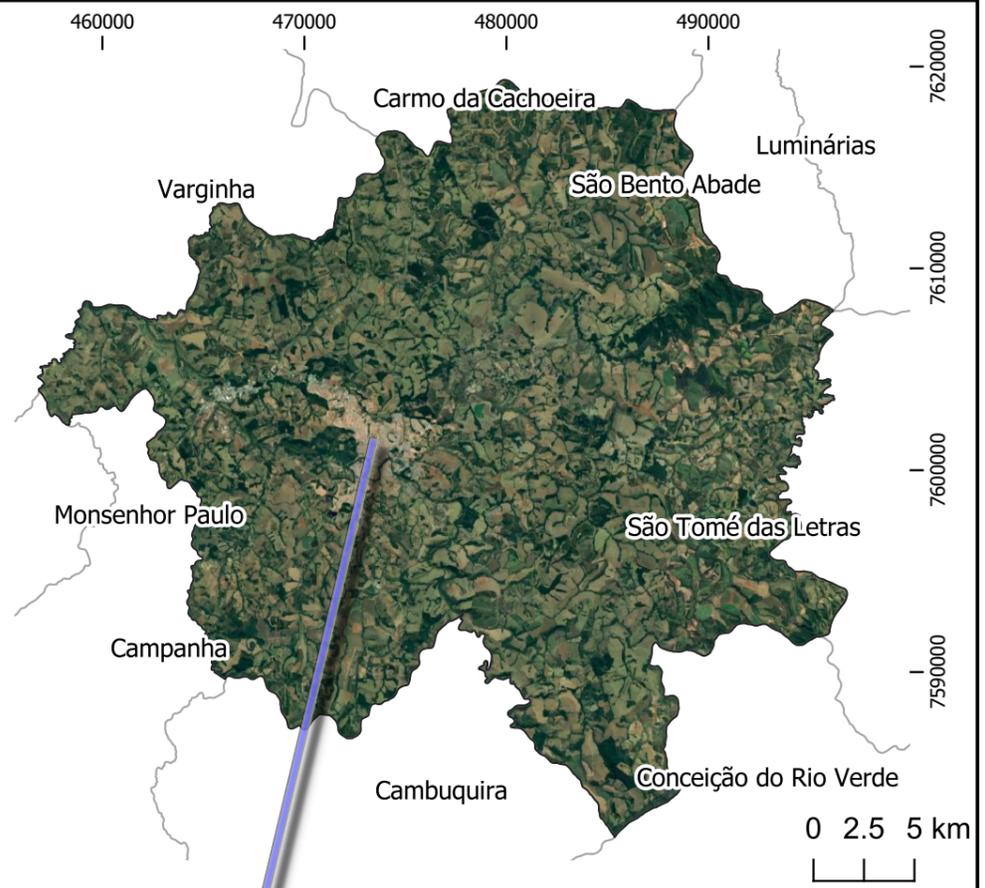
nome = Floresta Estacional Semidecidual
tipo = Mata Caducifolia
desc_tipo = Vegetacao Secundaria e
Atividades Agricolas
sigla = F

- Vegetacao Lenhosa Oligotrofica dos Pantanos e das Acumulacoes Arenosas
- Estepe
- Savana
- Savana Estépica
- Floresta Estacional Decidual
- Floresta Estacional Semidecidual
- Floresta Ombrófila Aberta
- Floresta Ombrófila Mista
- Floresta Ombrófila Densa
- Refúgio Ecológico
- Áreas das Formações Pioneiras
- Área de Tensão Ecológica

ÁREA DE DEPÓSITO DE RCCs DE EMPRESAS TRANSPORTADORAS E DA PREFEITURA MUNICIPAL

Legenda

- Limite Municipal
- Área de depósito de empresas transportadoras
- Área de depósito da Prefeitura Municipal
- Área de depósito em grandes volumes pela cidade
- Local de depósito em canteiro de obra



Ponto 1



Ponto 4



Ponto 3

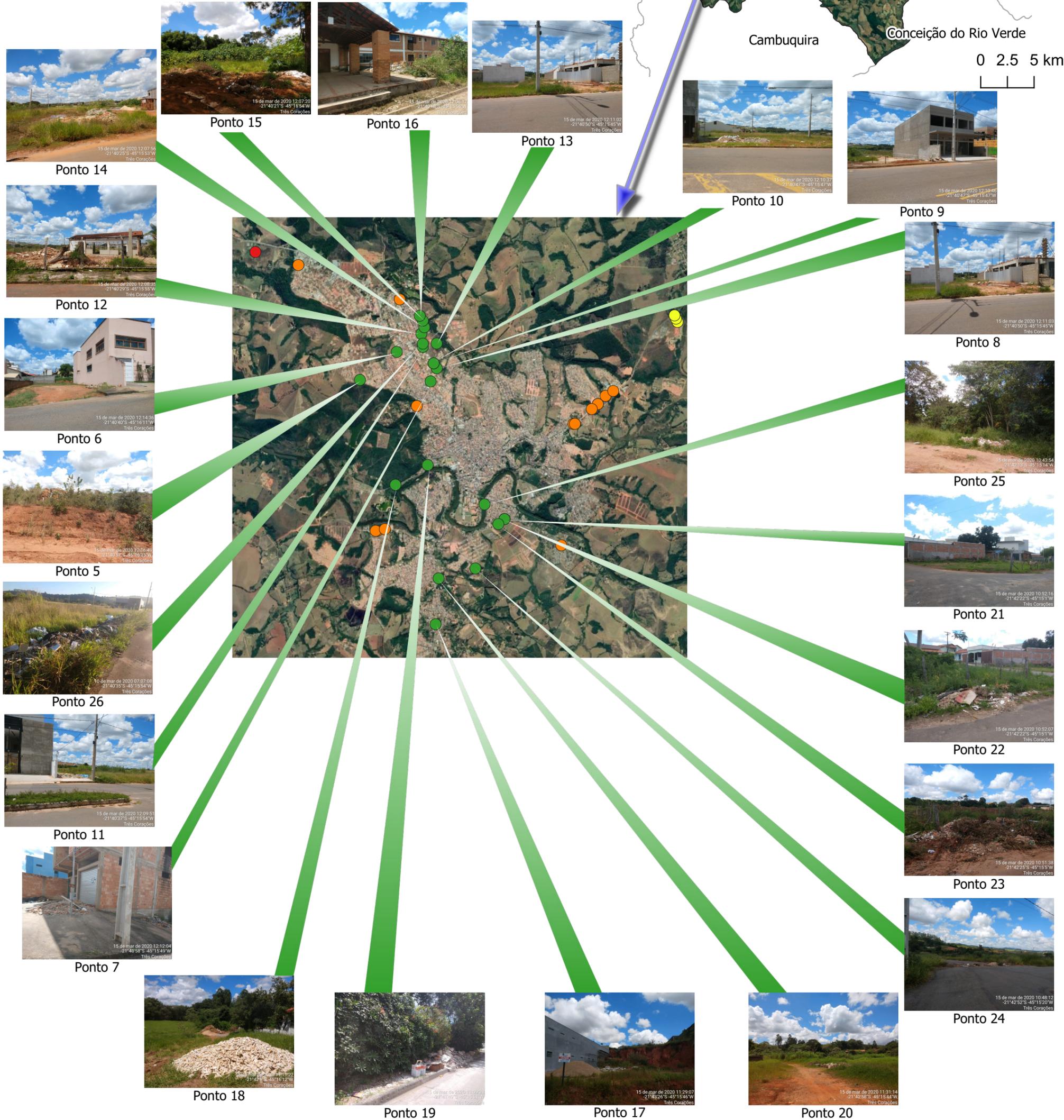


Ponto 2

LOCAL DE DEPÓSITO DE RRCs EM CANTEIRO DE OBRA

Legenda

-  Limite Municipal
-  Área de depósito de empresas transportadoras
-  Área de depósito da Prefeitura Municipal
-  Área de depósito em grandes volumes pela cidade
-  Local de depósito em canteiro de obra



ÁREA DE DEPÓSITO DE RCCs EM GRANDES VOLUMES PELA CIDADE

Legenda

-  Limite Municipal
-  Área de depósito de empresas transportadoras
-  Área de depósito da Prefeitura Municipal
-  Área de depósito em grandes volumes pela cidade
-  Local de depósito em canteiro de obra



Ponto 28



Ponto 29



Ponto 27



Ponto 31



Ponto 30



Ponto 32



Ponto 40



Ponto 34



Ponto 39



Ponto 35



Ponto 33



Ponto 36



Ponto 37



Ponto 38

