

**REDE DE ENSINO DOCTUM
CENTRO DE ENGENHARIAS PRESIDENTE ITAMAR FRANCO**

**FRANCIMARA DE MELO REIS
GUSTAVO DANTAS PEREIRA
RODRIGO GOMES DE OLIVEIRA**

**DIAGNOSTICO DOS IMPACTOS DA SEGREGAÇÃO
INCORRETA DE RCC'S NO MUNICIPIO DE JUIZ DE FORA
- MG E PROPOSTA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL**

**JUIZ DE FORA
2018**

REDE DE ENSINO DOCTUM
CENTRO DE ENGENHARIAS PRESIDENTE ITAMAR FRANCO

FRANCIMARA DE MELO REIS
GUSTAVO DANTAS PEREIRA
RODRIGO GOMES DE OLIVEIRA

DIAGNOSTICO DOS IMPACTOS DA SEGREGAÇÃO
INCORRETA DE RCC'S NO MUNICIPIO DE JUIZ DE FORA
- MG E PROPOSTA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental da Rede de Ensino Doctum – Centro de Engenharias Presidente Itamar Franco, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Matheus Machado Cremonese.

JUIZ DE FORA
2018



Rede de Ensino Doctum – Centro de Engenharias Presidente Itamar Franco

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS DA SEGREGAÇÃO INCORRETA DE RCC'S NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA – MG E PROPOSTA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL, elaborado pelos alunos FRANCIMARA DE MELO REIS, GUSTAVO DANTAS PEREIRA e RODRIGO GOMES DE OLIVEIRA foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Rede de Ensino Doctum – Centro de Engenharias Presidente Itamar Franco, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA.

Juiz de Fora , ____ de _____ 2018.

Prof. Orientador

Prof. Examinador 1

Prof. Examinador 2

Dedico esse trabalho em primeiro lugar a Deus, pela força e coragem durante toda essa longa jornada. Ao meu amado pai Jorge e minha querida mãe Geralda pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Ao meu irmão Flávio pelo companheirismo e ao meu noivo Diego por todo seu incentivo.

(Francimara de Melo Reis)

AGRADECIMENTOS

(Francimara de Melo Reis)

Agradeço a Deus por me fortalecer a cada dia e não me deixar fraquejar nessa caminhada.

Aos meus amigos de grupo Rodrigo e Gustavo por trilharem esse árduo caminho ao meu lado.

Agradeço ao meu pai Jorge pelas incansáveis noites e com todas as dificuldades não medir esforços em me apoiar.

A minha amada mãe Geralda pelo exemplo de mulher guerreira e bondosa pelas palavras de incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu irmão Flávio por contribuir com sua sabedoria, enriquecendo ainda mais os meus conhecimentos.

Agradeço ao meu amado Diego pelo carinho, amor e cumplicidade em todos esses anos.

Aos meus professores pelo empenho e dedicação, em especial ao meu orientador Matheus Cremonese pelo apoio e confiança, por me proporcionar o conhecimento no meu processo de formação profissional os meus eternos agradecimentos.

Dedico esse trabalho em memória de meu pai Ênio Leôncio Pereira, meu irmão de consideração Caio Sérgio, que estão sempre presentes comigo e não será diferente nessa conquista, à minha mãe Julia Cristina Dantas, que sempre foi meu maior incentivo, meus familiares e amigos, e se não fosse por eles não estaria chegando nessa nova etapa da minha vida.

(Gustavo Dantas Pereira)

AGRADECIMENTOS

(Gustavo Dantas Pereira)

Agradeço ao nosso orientador de TCC, professor e amigo Matheus Machado Cremonese, à Instituição Doctum pela oportunidade, aos professores envolvidos juntamente com meus colegas de trabalho, pela cordialidade e empenho nessa experiência.

Aos meus pais, amigos e companheiros de TCC.

Em especial a Carolina minha companheira de vida - pelo carinho, paciência e dedicação.

(Rodrigo Gomes de Oliveira)

AGRADECIMENTOS

(Rodrigo Gomes de Oliveira)

A todos meus familiares, notadamente meus pais João Bosco e Maria de Lourdes, pelo legado moral e ético.

Ao meu orientador e professor Matheus Machado Cremonese, pela acolhida, orientação desta pesquisa e por todos os ensinamentos. Seu exemplo de capacidade e humildade sempre estarão comigo.

Aos membros da banca Examinadora, que se disponibilizaram em participar deste momento tão importante de minha carreira.

Aos funcionários e colaboradores do aterro controlado de RCC do município, sem vocês essa pesquisa não poderia ser realizada, obrigado pela ajuda, paciência e dedicação em todos os momentos que precisamos.

Aos amigos e colegas que me motivaram sempre a chegar até o fim dessa jornada.

Aos meus amigos e companheiros de turma.

Meus mais sinceros agradecimentos.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CO₂ – Gás carbônico

COMDEMA - Conselho Municipal de Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental

DEMLURB - Departamento Municipal de Limpeza Urbana

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR – Norma Brasileira

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC – Resíduo da construção civil

RCD – Resíduos da construção e da demolição

RS – Resíduos Sólidos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SNUC - Sistema de Unidades de Conservação da Natureza

TCRS – Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação do RCC de acordo com Resolução nº 307, do CONAMA.....	21
Figura 2. Gráfico da Composição Gravimétrica dos RS por Origem Encaminhados ao Aterro Sanitário Salvaterra.....	24
Figura 3. Imagens do A Aterro controlado do Salvaterra e B) “Bota-fora” da Barreira do Triunfo.....	26
Figura 4. Resíduos sólidos irregulares encontrados no aterro em Grama, em Juiz de Fora – MG.....	35
Figura 5. Valor em Km no deslocamento de RCC's da origem para o destino final do resíduo.....	38
Figura 6. Quantidade de emissão em ton CO ² /Km no transporte dos resíduos.....	38
Figura 7. Quantitativo de árvores a ser plantada para compensar a emissão de CO ² por transporte de RCC's.....	40
Figura 8. Imagem de Satélite Google Maps: Entorno do aterro controlado de Grama.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Componentes da construção civil de acordo com o tipo de obra em que foi gerado.....	22
Tabela 2. Estimativa da produção de RCC em Juiz de Fora – MG.....	25
Tabela 3. Levantamento realizado no aterro controlado de Grama correspondente ao período de dezembro/2014 a maio/17 no dia 15/05/2017. (Dados estimados do aterro).....	37
Tabela 4. Quantificação de árvores a ser plantadas para a compensação dos gases emitidos no decorrer do excesso.....	40

RESUMO

O setor da construção civil apresentou uma tendência de crescimento, e uma consequência direta é o aumento da exploração de matéria-prima, gerando impactos ambientais diretos nos recursos naturais. Além disso, a problemática que envolve esse setor é relacionada ao desperdício de materiais, falta de reutilização e reciclagem e segregação incorreta dos resíduos da construção civil. A geração de resíduos da construção civil e descarte incorreto contribui para alteração na paisagem, redução da vida útil de aterros e proliferação de vetores de doenças. Assim, o objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo no aterro controlado de resíduos da construção civil, situado no bairro Grama, em Juiz de Fora-MG, para diagnosticar os impactos da segregação incorreta dos resíduos da construção civil e propor a mitigação dos impactos através da compensação ambiental a ser realizada com o plantio de árvores nativas nas áreas do entorno do aterro. De acordo com o estudo realizado, observou-se o descarte irregular de alguns resíduos sólidos no aterro estudado, como pneu, metais, ferro, plásticos recicláveis, latas de tinta e placas de gesso. Com a realização dos cálculos para prever a tonelada de emissão de CO₂ devido à disposição irregular dos resíduos sólidos, foi possível calcular a quantidade de mudas nativas que podem ser plantadas no entorno da área do aterro com o propósito de diminuir o impacto ambiental causado pela disposição irregular de alguns resíduos. Levando a consideração a importância de ações de compensação ambiental e os benefícios causados para os habitantes da região próximo ao aterro com o plantio das mudas a medida proposta é extremamente importante para minimizar o impacto ambiental da região.

PALAVRAS-CHAVE Resíduos Sólidos da Construção Civil. Compensação Ambiental. Mata Atlântica.

ABSTRACT

The construction sector has a growth trend, being a direct movement on the growth of the primary activity, generating the business towards the natural resources. In addition, a problem involving the sector is related to the use of materials, lack of reuse and recycling and incorrect segregation of civil construction waste. The construction and incorrect disposal for changes in the landscape, reduction of landfill life and proliferation of disease vectors. This study was carried out jointly with the municipality of Juiz de Fora, MG, in order to diagnose the impacts on civil occupation and mitigation of impacts. through the environmental compensation to the plantation of plant natives in areas surrounding the landfill. The study was to verify the study, an error and an error and an error occurred and, lecture, metal, metal recycled, metal ink and gesso. With a signature of the peers to predict a CO₂ emission due to an irregular waste disposal, it was possible to calculate the number of natives that can be planted around the landfill area in order to reduce the environmental impact of the irregular disposal of some waste. The importance of environmental compensation and protection actions for the inhabitants of the region near the landfill with the planting of the seedlings is important for the environmental impact of the region.

KEYWORDS: Civil construction waste Enviromental Compensation, Atlantic Forest

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
3.	METODOLOGIA	19
4.	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
4.1	Resíduos da Construção Civil: conceitos e situação no Brasil	20
4.2	Os RCC's em Juiz de Fora – MG	24
4.3	Legislação aplicada aos resíduos da construção civil – Nível Federal, Estadual e Municipal.....	27
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.	CONCLUSÃO	44
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é um conjunto de ações que tornam uma área sadia, limpa e habitável. Os serviços de saneamento ambiental integram ações de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais, controle de vetores e como seria de se esperar, a coleta, tratamento e destinação de resíduos sólido-urbanos. A correta gestão desses serviços melhora a qualidade de vida do meio urbano pela preservação da saúde e do bem estar da comunidade. Saúde e ambiente são interdependentes e inseparáveis (OPAS, 2016).

Com o aumento da população e um desenvolvimento econômico acelerado a quantidade de resíduos sólidos gerados nos centros urbanos tem se tornado cada vez maior. Dentre os vários resíduos gerados o da construção civil têm se destacado como sendo um dos principais vilões das grandes e pequenas cidades, cada dia em maior numero, os “bota-foras” têm aumentado de maneira considerável. Este tipo de resíduo espalhado de qualquer maneira traz um prejuízo enorme para o meio ambiente, desde alteração nos solos, água e ar.

A construção civil, desde seus primórdios sempre teve como finalidade atender as necessidades básicas do homem, devido à necessidade de se ter uma moradia, no começo não se teve uma preocupação com as técnicas adotadas e seus possíveis impactos ao meio ambiente, apenas em suprir seus objetivos de forma rápida. Por serem geralmente materiais volumosos e de elevado peso específico, a deposição dos resíduos da construção civil (RCC) acaba tendo um impacto ambiental importante. Além disso, sua própria existência muitas vezes está associada a desperdícios ou perdas indesejáveis. Por isso todo o processo envolvido na sua geração e aproveitamento vem recebendo muita atenção (FERNANDES, 2013).

O município de Juiz de Fora, está localizado na região sudeste do estado de Minas Gerais mais precisamente na Zona da Mata mineira. Trata-se de um município de porte médio, e de maneira semelhante a outros municípios do país, tal como será apresentado ao longo deste trabalho, produz volume significativo de resíduos diante do porte do município. Entre esses resíduos sólidos, encontram-se os resíduos sólidos da construção civil. Levando-se em conta o impacto no descarte incorreto e na necessidade de deslocar os resíduos para locais adequados de descarte de tais materiais, com o presente trabalho

foi possível analisar o impacto da destinação incorreta de alguns resíduos sólidos que são indevidamente descartados no aterro destinado ao descarte de RCC's, situado no bairro Grama e, propor medidas de compensação ambiental a fim de mitigar o impacto negativo da destinação correta de tais resíduos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Diagnosticar os impactos da segregação incorreta dos resíduos oriundos da construção civil no aterro controlado de resíduos da construção civil do bairro Grama, localizado na região nordeste do município de Juiz de Fora – MG.

2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os resíduos recebidos no aterro controlado de RCC's, mas que por sua vez deveriam ser separados e destinados aos locais adequados, conforme a legislação vigente;
- Diante da segregação incorreta, medir sua influência na emissão de gases atmosféricos e estimar a quantidade de CO₂ emitido devido à disposição irregular;
- Propor uma medida de compensação ambiental, através do plantio de mudas de árvores da Mata Atlântica, no entorno da área do aterro controlado do bairro Grama.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho de conclusão de curso foram realizados levantamentos quantitativos referentes aos resíduos irregulares que chegam ao aterro de resíduos da construção civil, através de registros fotográficos do local, além do controle dos volumes depositados, foi abordado o histórico do município e seu plano para cumprir a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para a coleta dos dados foram realizadas visitas semestrais, a partir do primeiro semestre de 2015 até o segundo semestre de 2017, para o acompanhamento do tráfego de caminhões com o objetivo de constatar a irregularidade da disposição dos resíduos, somando a isso também foi constatado o aumento na lógica do deslocamento.

A partir do tratamento dos dados pode-se estimar a quantidade de CO₂ lançada na atmosfera durante o deslocamento dos resíduos (que em sua grande maioria são compostos de latas de tintas, plásticos em geral, madeiras, gesso e pneus) dentro do próprio aterro controlado e também até o local onde se dá sua destinação final, calculando em média a quantidade de dióxido de carbono emitido no transporte desses resíduos.

Com os dados da quantificação da emissão em ton CO₂/Km no transporte dos RCC's calculou-se a quantidade de árvores necessárias para se realizar a compensação dos gases emitidos no decorrer do transporte dos resíduos, tais cálculos foram realizados com o auxílio da calculadora de emissão de CO₂, disponível em: <<http://www.greenco2.net/calculadora.html#>>, não foi possível identificar o método utilizado para realização do cálculo, mas existem campos onde foi possível adicionar qual o perfil do combustível (diesel, etanol) e os quilômetros percorridos, a partir desses dados ela gera a conversão de árvores necessárias para compensar tal deslocamento.

4. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

4.1 Resíduos da Construção Civil: conceitos e situação no Brasil





A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo de crescimento econômico e social de um país. Contudo, esta também se constitui em uma atividade geradora de impactos ambientais (KARPINSK *et al.*, 2009). Além do intenso consumo de recursos naturais, os grandes empreendimentos de construção acarretam a alteração da paisagem e, como todas as demais atividades da sociedade, geram resíduos.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) podem ser definidos como sendo os materiais:

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

O RCC é responsável por um grande impacto ambiental, e é frequentemente disposto, em terrenos baldios e outras áreas públicas, ou em bota-foras e aterros, tendo sua potencialidade desperdiçada, enquanto produtos que podem ser agregados novamente no processo de produção de insumos para a construção civil. Apesar desta prática ainda ser presente na maioria dos centros urbanos, pode-se dizer que nos últimos anos ela tem diminuído em relação principalmente ao avanço nas políticas de gerenciamento de resíduos sólidos, como a criação da Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2002), que estabelece diretrizes, critérios e procedimento para a gestão de resíduos, classificando-os em quatro diferentes classes, conforme esquematizado na Figura 1.

Figura 1. Classificação do RCC de acordo com Resolução nº 307, do CONAMA

	<p>Classe A</p> <p>Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como reformas ou reparos de pavimentação de infra-estrutura, inclusive solos de terraplanagem, ou de edificações, como componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassas e concretos.</p>
	<p>Classe B</p> <p>São resíduos recicláveis para outras destinações, como os plásticos, papel/papelão, vidros, metais, madeiras e outros.</p>
	<p>Classe C</p> <p>São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem.</p>
	<p>Classe D</p> <p>São os resíduos mais perigosos, tais como tintas, óleos, solventes, ou aqueles contaminados, provenientes de reformas e reparos em clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.</p>

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2002

Com o decorrer dos anos, a Resolução CONAMA 307/2002 passou por três revisões até a atualidade. A primeira ocorreu em 16 de Agosto de 2004, sendo alterado o inciso IV do Artigo 3º, através da Resolução CONAMA 348/2004. Esta mudança incluiu o amianto na classe de resíduos perigosos – Classe D – onde o texto passou a vigorar com a seguinte redação:

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (BRASIL, 2004)

A segunda revisão ocorreu em 24 de Maio de 2011, sendo alterados os incisos II e III do Artigo 3º através da Resolução CONAMA 431/2011. Foi considerado que os resíduos provenientes do gesso não seriam mais classificados como resíduos da Classe

C, mas sim pertencentes à Classe B, resíduos recicláveis para outra destinação (BRASIL, 2011).

Existe grande diversidade de matérias-primas e técnicas construtivas que afetam de modo significativo, as características dos resíduos gerados, principalmente quanto à composição e à quantidade. Outros aspectos, como o desenvolvimento econômico e tecnológico da região, as técnicas de demolição empregadas, e a estação do ano também podem interferir indiretamente na composição dos RCC (CABRAL, MOREIRA, 2011).

De modo geral, podem existir componentes inorgânicos e minerais, como concretos, argamassas e cerâmicas, e componentes orgânicos, plásticos, materiais betuminosos, etc. A variação da composição (em massa) é estimada, em geral, em termos de seus materiais (ÂNGULO et al., 2001).

De acordo com Silva Filho, 2005, os diversos tipos de obras e atividades ligadas ao setor da construção civil tais como reformas, manutenção e demolição, tem influência direta na composição dos resíduos da construção civil. O percentual de contribuição para a composição dos RCC's para cada tipo de atividade do setor civil pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Componentes da construção civil de acordo com o tipo de obra em que foi gerado

Componentes presentes no RCC	Trabalhos rodoviários (%)	Escavações (%)	Sobras de demolições (%)	Obras diversas (%)	Sobras de limpeza (%)
Concreto	48,1	6,1	54,3	17,5	18,4
Tijolo	---	0,3	6,3	12,0	5,0
Areia	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
Solo, poeira, lama	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
Rocha	7,0	32,5	11,4	23,1	23,9
Asfalto	23,5	---	1,6	---	0,1
Metais	---	0,5	3,4	6,1	4,4
Madeira	0,1	1,1	7,2	19,3	10,5
Papel/Material orgânico	---	1,0	1,6	2,7	3,5
Outros	---	---	0,9	0,9	2,0

Fonte: SANTOS, 2009

Os RCC's representam um grave problema em muitas cidades brasileiras, ou seja, a disposição irregular destes resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública. Por outro lado, eles representam um problema que sobrecarrega os sistemas de limpeza pública municipais, visto que, no Brasil, os RCC podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (RSU's) (BRASIL, 2005).

De forma geral, os RCC's são vistos como resíduos de baixa periculosidade, sendo o impacto causado, principalmente, referente ao grande volume gerado. Contudo, nestes resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças (KARPINSK et al., 2009).

Segundo Pucci (2006), historicamente o manejo dos RCC's esteve a cargo do poder público, que enfrentava o problema de limpeza e recolhimento dos RCC's depositados em locais inapropriados, como áreas públicas, canteiros, ruas, praças e margens de rios. Em 2002, a Resolução no 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2002), alterada pela Resolução no 348 de 2004 (BRASIL, 2004), determinou que o gerador seria o responsável pelo gerenciamento desses resíduos. Esta determinação representou um avanço legal e técnico, estabelecendo responsabilidades aos geradores, tais como a segregação dos resíduos em diferentes classes e o seu encaminhamento para reciclagem e disposição final adequada.

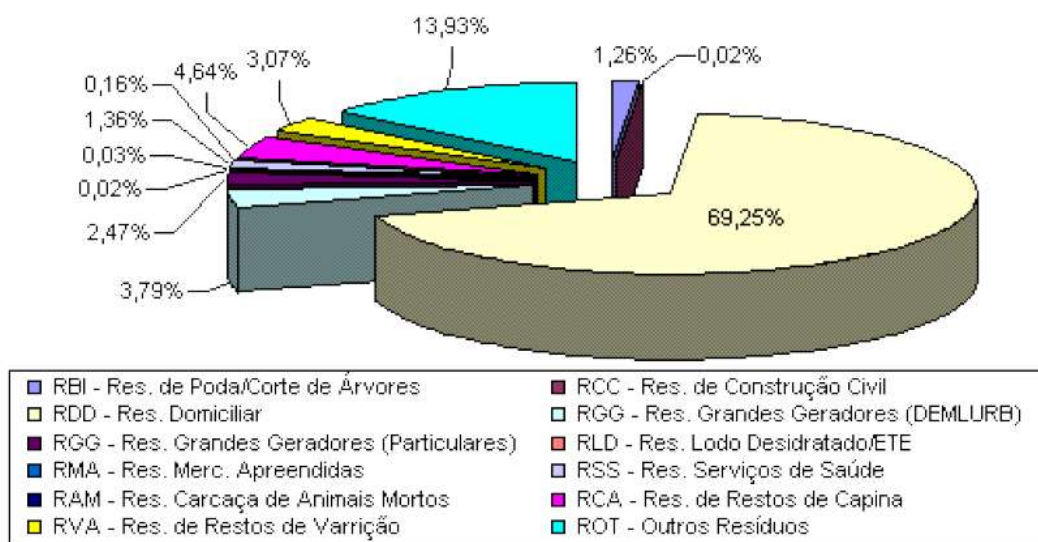
Ao analisar dados relacionados especificamente com a gestão dos RCC's, Nunes e colaboradores (2004) verificou que a grande maioria dos municípios brasileiros, sendo 4.960 de um total de 5.507, manejavam os resíduos da construção civil de forma incorreta podendo causar sérios problemas ambientais e de saúde pública.

Em relação a construção civil, o aproveitamento de resíduos é uma das ações que devem ser incluídas nas práticas comuns de produção de edificações, visando a sua maior sustentabilidade, proporcionando melhor uso dos recursos naturais e minimização do impacto no meio-ambiente. O potencial do reaproveitamento e reciclagem de resíduos da construção civil é enorme, e a exigência de incorporação destes resíduos em determinados produtos pode vir a ser extremamente benéfica, já que proporciona economia de matéria prima e energia.

4.2Os RCC's em Juiz de Fora – MG

De acordo com o Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Juiz de Fora (DEMLURB) (2009) “A composição gravimétrica por origem dos resíduos sólidos (RS) gerados no município em questão que eram a época coletados e encaminhados ao sistema público de limpeza urbana” é apresentado na figura 2.

Figura 2. Gráfico da Composição Gravimétrica dos RS por Origem Encaminhados ao Aterro Sanitário Salvaterra



Fonte: Arquivo DEMLURB (2009)

Em relação a massa total de resíduos sólidos da cidade o percentual em massa de RCC's no município de Juiz de Fora no período avaliado é insignificante. É importante destacar que tais dados são antigos e não representam totalmente a realidade atual do município, uma vez que, o país e a cidade passaram por um “bum” imobiliário entre os anos de 2013 a 2016, e que desde então o panorama mudou bastante.

Uma maneira de se conhecer o perfil de produção de RCC's no município estudado e através da estimativa de geração de RCC's através de cálculos, de acordo com modelo adotado por diversos autores. De maneira simplificado o cálculo do volume estimado de RCC's gerado é determinado de duas maneiras:

1. Soma do volume gerado por diferentes agentes;

2. Cálculos indiretos, a partir de dados como número de habitantes da cidade, área total de obras aprovadas pela Prefeitura e comparação com a massa total coletada de resíduos sólidos urbano.

Baseado nessa estimativa, durante o desenvolvimento do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil de Juiz de Fora (Prefeitura de Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010) foi calculado o volume estimado para o município, já que os cálculos são baseados em diferentes fontes e em diferentes critérios de medida e levantamentos, não é possível adotar um valor médio de quantidade de RCC gerada, mas sim uma faixa de valores. Baseado nessas informações a faixa média estimada para o município de Juiz de Fora foi de 700 a 1.000 toneladas de RCC gerado por dia. Considerando-se a densidade média do RCC igual a 1,2 t/m³, o valor acima apresentado, corresponde entre **580 a 830 metros cúbicos por dia** (Tabela 2) (PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2010).

Tabela 2. Estimativa da produção de RCC em Juiz de Fora – MG

Critério	Massa de RCC diária (t/dia)	Número mais próximo da realidade (t/dia)
Municípios brasileiros de porte médio	700	
Juiz de Fora		
Salvaterra + Barreira do Triunfo*	330	660
Estimativa baseado no número de habitantes da cidade	947	
Estimativa baseada na área de obras novas aprovadas no município**	257	780
Estimativa baseada na massa total de resíduos sólidos urbanos coletados na cidade	487	

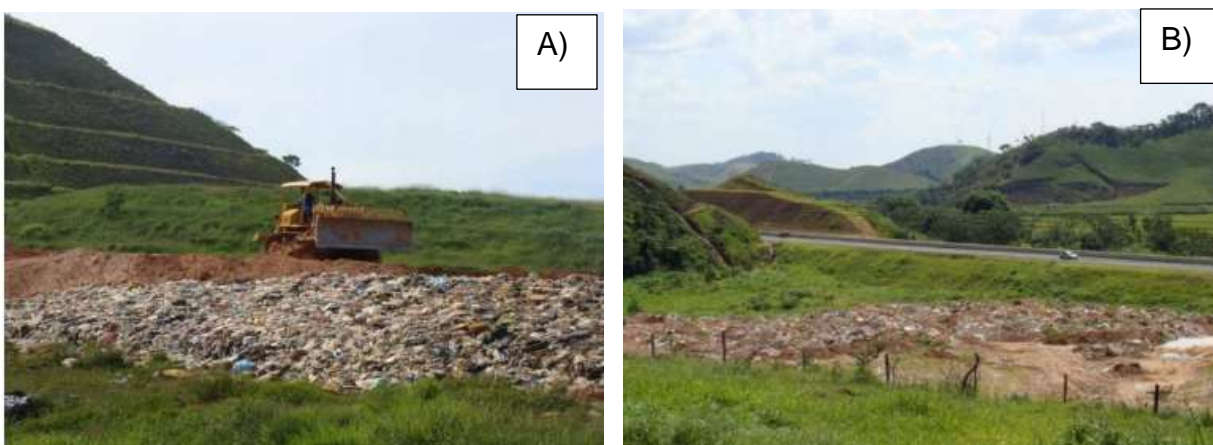
*Esta quantidade de RCC estimada (330 t/dia) é aquela considerada conhecida, isto é, coletada e transportada pelo Demlurb e pelos caçambeiros. A este número devem ser acrescentadas as massas de pontos desconhecidos e dos inúmeros pontos espalhados por toda a cidade com volumes pequenos, não facilmente encontrados em uma operação de inspeção e limpeza. Por essa razão, a quantidade 660 t/dia aparece na segunda coluna.

**Esta estimativa leva em conta apenas as obras da economia formal, legalizadas junto à Prefeitura. Como se sabe, é muito grande a quantidade de pequenas obras, reformas e demolições não regularizadas junto ao poder público, que fazem parte do tipo de atividade chamada "autoconstrução" e geram grande quantidade de RCC. A construção formal pode gerar apenas 1/3 do total de RCC de um município¹⁸. Avaliando por este ângulo, a massa total de RCC de Juiz de Fora pode chegar a 780 t/dia (segunda coluna da tabela), valor próximo ao da estimativa dos municípios de médio porte no Brasil (PINTO, 1999).

Fonte: PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2010

Tais dados são do tempo em que ainda funcionava o aterro controlado de Salvaterra e o "bota-fora" credenciado pela Prefeitura de Juiz de Fora (PJF) no Bairro Barreira do Triunfo, entretanto, tais locais encontram-se atualmente desativados (Figura 3).

Figura 3. Imagens do A Aterro controlado do Salvaterra e B) "Bota-fora" da Barreira do Triunfo



Fonte: PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2010

4.3 Legislação aplicada aos resíduos da construção civil – Nível Federal, Estadual e Municipal

A legislação referente ao gerenciamento de resíduos sólidos está estabelecida no âmbito federal, estadual e municipal. As Leis Federais estabelecem diretrizes gerais e delegam aos estados e municípios a responsabilidade por estabelecer regras para a

seleção e classificação de resíduos gerados pela produção, disposição provisória nos locais de produção; transporte e disposição final.

Âmbito Federal

- A) Lei Federal nº 9.605/1998:** Popularmente conhecida como “lei de crimes ambientais”, ela estabelece os crimes contra o meio ambiente; contra a flora; da poluição e outros crimes ambientais; dos crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural; e dos crimes contra a administração ambiental. Assim, dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas.
- B) Lei Federal nº 11.445/2007:** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Considera o manejo de resíduos sólidos como parte integrante do saneamento básico de responsabilidade do Estado prover para a população mesmo que mediante a cobrança pelo serviço. Esta lei não especifica os resíduos de construção civil.
- C) Lei Federal nº 12.305/2010:** A Lei nº 12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Dentre o principal marcos da lei destacam-se: o estabelecimento da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; Estabelece como instrumentos da Política a coleta seletiva e a logística reversa; Obriga o encerramento de lixões e vazadouros em até quatro anos; reconhece o resíduo sólido como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania; As empresas de construção civil ficam sujeitas à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;

“Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.”

“Logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos

sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.” (BRASIL, 2010).

- D) Decreto Federal nº 7.404/2010:** Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa. Este Decreto estabelece normas para execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos que integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com as diretrizes nacionais para o saneamento básico e com a Política Federal de Saneamento Básico.
- E) Resolução CONAMA nº 275/2001:** Tendo em vista que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país para reduzir o consumo de matérias-primas de recursos naturais não renováveis, energia e água; considerando a necessidade de minimizar o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas, provocando o aumento de lixões e aterros sanitários; considerando que as campanhas de educação ambiental sejam providas de um sistema de identificação de fácil visualização, de validade nacional e inspirada em formas de codificação já adotada internacionalmente, sejam essenciais para efetivar a coleta seletiva de resíduos e viabilizar a reciclagem de materiais, atendendo à resolução; que se estabeleça o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como campanhas informativas para a coleta seletiva.
- F) Resolução CONAMA nº 307/2002:** A Resolução 307 do CONAMA, de julho de 2002 foi criada com a finalidade de estabelecer prazos para o enquadramento dos municípios e de geradores de resíduos de construção e demolição (RCD) diretrizes para o correto gerenciamento e disposição final desses resíduos, onde não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “botafora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. Os RCD, dependendo da sua classificação,

devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; ou deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

De acordo com Gonzáles e Ramires (2005), anteriormente à Resolução 307/02 bastava remover os RCD para um depósito, público ou privado, com pequeno controle do conteúdo das cargas. Hoje, há um controle mais rígido, gerando custos associados a cada tipo de resíduo, os quais excedem o do simples transporte para os locais de disposição irregulares. Conforme a Resolução 307/02, o construtor é responsável pela implantação de programas de gerenciamento de resíduos da construção civil nos seus empreendimentos, o que envolve qualificação e documentação de procedimentos de triagem, acondicionamento e disposição final dos resíduos no canteiro de obras, obras essas que justifiquem a implantação deste programa. É uma obrigação dos gestores municipais e empresas construtoras adaptarem seus processos de modo a garantir a destinação ambientalmente correta dos resíduos de construção civil e estabelece critérios e procedimentos para a gestão destes, considerando a necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos da construção civil (BRASIL, 2002). Para melhor gerenciar os resíduos da construção civil, a Resolução supracitada dividiu o processo de gerenciamento em cinco etapas:

- I. Caracterização: o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II. Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º da Resolução CONAMA 307/02;
- III. Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando condições de reutilização e de reciclagem;
- IV. Transporte: deverá ser realizado de acordo com as normas técnicas vigentes;
- V. Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA 307/02.

Para que a nova política de gestão adotada dê certo, é necessária capacidade e transparência na apuração dos custos provenientes do manejo dos RCD, a transferência dos repasses aos geradores e transportadores desses resíduos e, principalmente, uma fiscalização rigorosa que garanta o funcionamento das ações propostas.

G) Resolução CONAMA nº 348/2004: A Resolução 348/04 foi promulgada em 16 de agosto de 2004, com o objetivo de incluir o amianto na classe dos resíduos perigosos, complementando a Resolução 307/02.

Âmbito Estadual

A) Política Estadual de Resíduos Sólidos Lei nº 18.031/2009: Ficam estabelecidos, na forma desta Lei, princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado de Minas Gerais, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais.

B) Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) nº 155/2010: Dispõe sobre atividade para manejo e destinação de RCC e resíduos volumosos, e dá outras providências.

Âmbito Municipal

Ainda há poucos municípios brasileiros com lei específica sobre resíduo de construção civil. Entre eles, podem ser citados: São Paulo - SP, Santos - SP, São José do Rio Preto - SP, São Leopoldo - RS, Recife - PE, Porto Alegre - RS e Joinville - SC.

Para efeito de movimentação de resíduo de construção civil (RCC) e licenciamento ambiental de atividade ligada a este tipo de material, o município de Juiz de Fora adota:

A) Lei nº 10.076/2001: Dispõe sobre a movimentação de terra no município.

B) Deliberação Normativa do Conselho Municipal de Meio Ambiente (Comdema) nº 17/03 de 9 de janeiro de 2004: Dispõe sobre normas específicas para licenciamento ambiental para a atividade de movimentação de terra e afins. Sobre a classificação e destinação/tratamento dado ao resíduo de construção civil.

C) Lei nº 11.232/2006: Institui a Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos - TCRS e dá outras providências.

- D) Decreto nº 9117 de 1º de fevereiro de 2007 que regulamenta a Lei nº 11.197, de 03 de agosto de 2006:** Código de Posturas do Município de Juiz de Fora e dá outras providências.
- E) Plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil de Juiz de Fora:** Apresentação de diretrizes para o gerenciamento de resíduos da construção civil no município de Juiz de Fora, elaboradora em conjunto pela Prefeitura e a Universidade Federal de Juiz de Fora.

Normas Técnicas

As normas técnicas representam importante instrumento para reger um procedimento e indicar a melhor maneira de fazê-lo com responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos, e também para depois poder fiscalizar e cobrar o cumprimento do especificado na norma. Para viabilizar o manejo correto dos resíduos em áreas específicas, foram elaboradas as seguintes normas técnicas, integradas às políticas públicas:

- A) Norma Brasileira (NBR) 10004/87 Resíduos sólidos – Classificação:** Classifica resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que esses resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.
- B) NBR 10005/87 Lixiviação de resíduos – Procedimento:** Prescreve procedimentos para lixiviação de resíduos tendo em vista a sua classificação.
- C) NBR 10006/87 Solubilização de resíduos – Procedimento:** Relativo ao procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
- D) NBR 11174/89 Armazenamento de resíduos classe II (não-inertes) e III (inertes):** Fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III - inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
- E) NBR 13221/94 Transporte de resíduos – Procedimento:** Especifica as condições necessárias para o transporte de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e proteger a saúde pública.
- F) NBR 13463/95 Coleta de resíduos sólidos – Classificação:** Normas Técnicas da Superintendência de Limpeza Urbana.

- G) NBR 15112/04 Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem:** Diretrizes para projeto, implantação e operação: orienta o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Tem importante papel na logística da destinação dos resíduos e poderá ser licenciado para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento.
- H) NBR 15113/04 Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros:** Diretrizes para projeto, implantação e operação: solução adequada para disposição dos resíduos Classe A, de acordo com a Resolução 307/02, considerando critérios para preservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.
- I) NBR 15114/04 Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem:** Diretrizes para projeto, implantação e operação: orienta a transformação dos resíduos da construção Classe A em agregados reciclados destinados à re inserção na atividade da construção.
- J) NBR 15115/04 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos:** O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos, que por sua vez será viável na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção (PINTO, GONSÁLEZ, 2005).
- K) NBR 15116/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos:** Esta norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Os agregados reciclados destinam-se a obras de pavimentação viária; em camadas de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas; e a preparo de concreto sem função estrutural.
- L) NBR 15849/2010 – Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação**

e encerramento: Esta norma especifica os requisitos para localização, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte, para a disposição final de resíduos sólidos urbanos, estabelecendo as condições exigências mínimas para as instalações de pequeno porte e as condições para a proteção dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como a proteção do ar, do solo, da saúde e do bem estar das populações vizinhas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Juiz de Fora é um município brasileiro de porte médio, ocupa uma área de 1.424 km² e está localizado no sudeste do estado de Minas Gerais próximo a latitude 21° 41' 20" sul e longitude 43° 20' 40" oeste. O distrito sede conta com a área de 725,975 km², é composto por três distritos: Torreões (área: 374,5 km²), Rosário de Minas (374,5 km²) e Sarandira (103,8 km²). Integra a Zona da Mata Mineira e localiza-se a cerca de 280 km da capital Belo Horizonte, e a 170 Km do Rio de Janeiro. De acordo com censo de 2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade tem 564.310 habitantes, o que a caracteriza como o quarto município mais populoso de Minas (IBGE, 2018 – dados parciais).

O aterro de resíduos inertes da construção civil de Juiz de Fora-MG que fica localizado no bairro Grama, a cerca de 10 km do centro da cidade, iniciou suas atividades em 2014, com o intuito de suprir toda a demanda do município no descarte de RCC's. De acordo com o engenheiro civil e sanitário responsável pelo aterro, o mesmo é composto por duas cavas com a capacidade estimada para dez anos de vida útil (cada cava é dividida em platô de aproximadamente 10 metros, sendo que a última visita realizada no segundo semestre de 2017 ainda se encontrava no terceiro platô da primeira cava – sendo a capacidade máxima de aproximadamente 50 m) sendo possível deduzir que o ano limite é 2024. Porém, em determinado momento o descarte de outros materiais também passou a ser destinado para o mesmo local, como é o caso de latas de tintas, placas de gesso e pneus – importante destacar que em relação aos pneus em Juiz de Fora já existe um local adequado para o descarte desse tipo de material, não sendo justo portanto o descarte dos mesmo no aterro em questão (Figuras 4A-4D). Diante desse cenário houve a necessidade de destacar o quão prejudicial seria para o aterro, já que tal prática poderia impactar diretamente a sua vida útil.

Figura 4. Resíduos sólidos irregulares encontrados no aterro em Grama, em Juiz de Fora – MG



Fonte: Pesquisa de campo, 2017

Os materiais descartados incorretamente não podem ser aterrados e por isso, devem ser descartados de maneira correta. Tal situação pode ser justificada já que os RCC's normalmente são considerados de baixa periculosidade, sendo o maior impacto associado pelo volume gerado. E além disso, pode-se encontrar dentre os RCC's materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens, como latas de tintas vazias e pneus, que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e vetores de doenças (KARPINSK *et al.*, 2009). Junto com funcionários e o responsável técnico do local foi possível ter acesso aos dados que comprovavam essa realidade, e o mesmo encontra-se organizado na Tabela 3. A partir das informações coletadas no aterro, foi possível determinar a quantidade de quilômetros envolvidos no deslocamento dos RCC's da origem para o destino final (Figura 5) e com base em tais dados estimou-se a

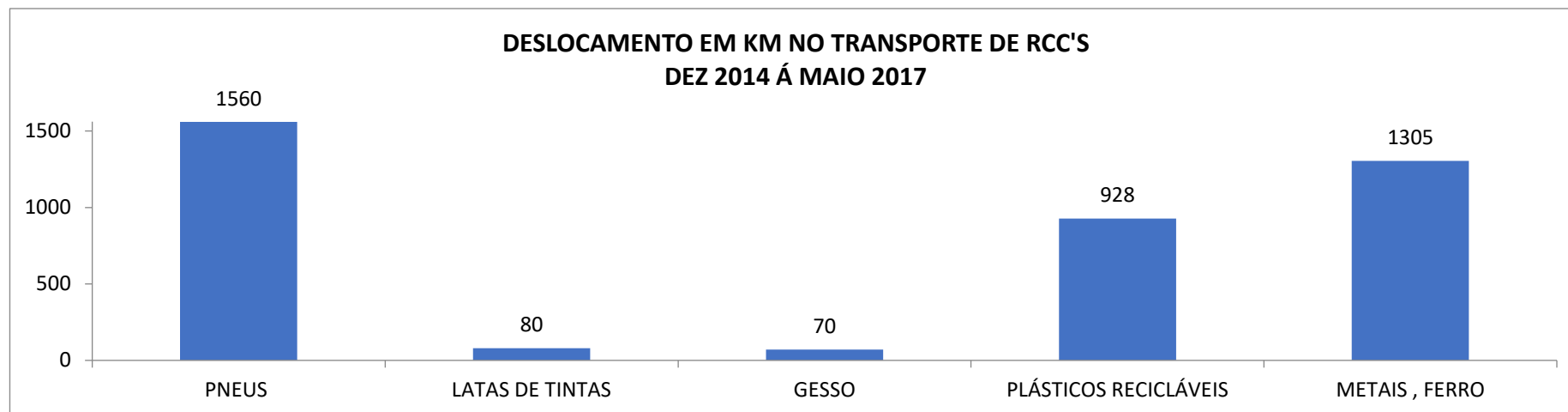
quantidade de emissão em tonelada de CO₂/Km no transporte dos resíduos (Figura 6). Através da análise das Figuras 5 e 6 pode-se afirmar que a quantidade de emissão em tonelada de CO₂ é proporcional aos quilômetros gastos no deslocamento de tais resíduos, assim é possível organizar em ordem decrescente de emissão de CO₂ da seguinte maneira os resíduos: pneu > metais, ferro > plásticos recicláveis > latas de tinta > gesso.

Tabela 3. Levantamento realizado no aterro controlado de Grama correspondente ao período de dezembro/2014 a maio/17 no dia 15/05/2017. (Dados estimados do aterro)

Material	Quantidade	Período	Origem	Destino	Deslocamento*	Observações
Pneu	1.500 unidades	Desde dezembro de 2014	Aterro	Reciclanp – Belo Horizonte	1560 km aproximadamente	Foram realizadas até o momento 3 viagens de JF-BH.
Latas de tinta com resíduos	4 m ³	Desde dezembro de 2014	Aterro	Essencis – Paula Lima	80 km aproximadamente	As latas ainda se encontram no aterro para que possa ser feita a primeira triagem até o destino final
Madeira	20 m ³	Mensal	Aterro	Doação para instituições, padarias, etc.	Imensurável	Tendo em vista que não se tem controle para onde se leva o material
Gesso	85 a 100 m ³	Entre dezembro/2014 e junho/2016	Aterro	Vital Engenharia aterro sanitário – Dias Tavares	70 km aproximadamente	A partir de julho de 2016 o gesso não passou mais a ser coletado pela Vital Engenharia
Plástico recicláveis	1 tonelada	Mensal	Aterro	Recicláveis Floriano Peixoto – Bairro Retiro	32 km aproximadamente	---
Metais, ferro	5 tonelada	Mensal	Aterro	J.R.A. Distribuidora de Ferro e Aço – Bairro Santa Cruz	45 km aproximadamente	---

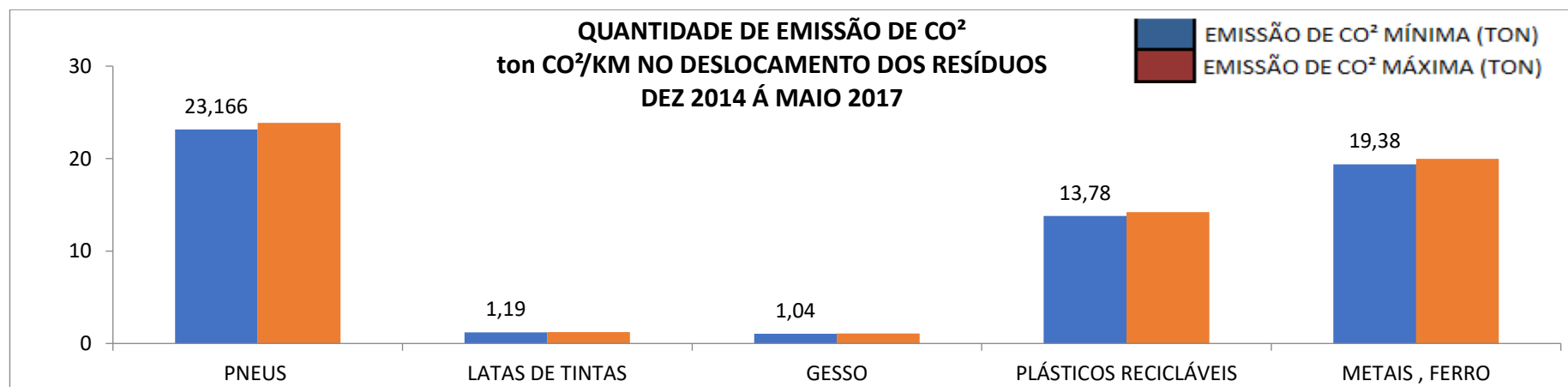
* Deslocamento: ida e volta.

Figura 5. Valor em Km no deslocamento de RCC's da origem para o destino final do resíduo



Fonte: Pesquisa de campo, 2017

Figura 6. Quantidade de emissão em ton CO²/Km no transporte dos resíduos



Fonte: Pesquisa de campo, 2017

Levando em consideração o descarte incorreto dos RCC's pelas empresas geradoras, foi proposta uma forma de compensação ambiental através do plantio de árvores nativas no entorno do aterro estudado, com o objetivo de mitigar os impactos ocasionados pela triagem dos materiais.

A compensação ambiental pode ser definida como mecanismo de reparação dos danos ambientais considerados irreversíveis e não mitigáveis (PACHECO, 2008), ou ainda, como um instrumento que objetiva garantir à sociedade o ressarcimento pelos danos causados de empreendimentos causadores de significativo impacto ambiental (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2005).

Tal tipo de prática pode ser vista como um instrumento de política pública que, intervindo junto aos agentes econômicos, proporciona a incorporação dos custos sociais e ambientais da degradação gerada por determinados empreendimentos. Assim, no presente trabalho foi proposta a utilização deste princípio, regulamentada pela Lei Federal nº 9.985/2000, que institui o Sistema de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), através de seu artigo 36, impondo ao empreendedor a obrigatoriedade de apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação. Dessa maneira, a intenção do presente trabalho foi utilizar de tal política pública a fim de elaborar uma proposta de neutralização da carga de CO₂ gerada a partir do manejo incorreto de materiais que vão para o aterro.

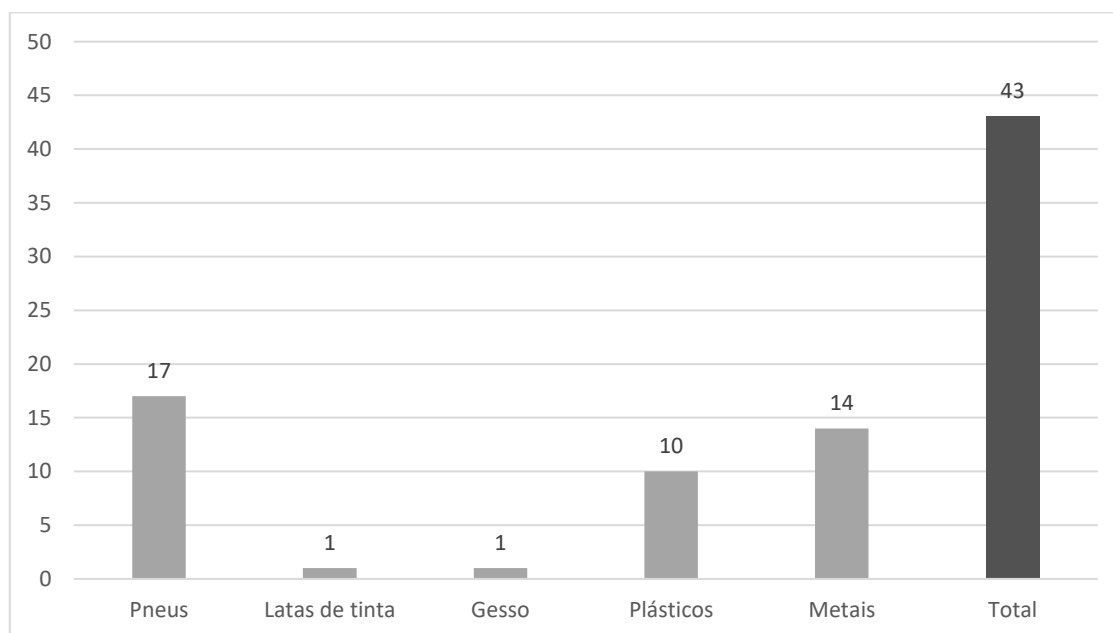
Baseado no acima exposto, a partir dos dados de emissões em ton CO₂/Km no transporte de resíduos, foi calculada através da calculadora < <http://www.greenco2.net/calculadora.html#>> a quantidade de árvores necessárias para realização da compensação, ou seja, para auxiliar no sequestro de carbono emitido em função dos gases emitidos em função do transporte dos resíduos e, tal informação está sintetizada na Tabela 4 e na Figura 7.

Tabela 4. Quantificação de árvores a serem plantadas para a compensação dos gases em função do transporte dos resíduos

Material	Diesel – Km percorrido	Emissão total/ano (ton) CO₂	Número de árvores necessárias para a compensação
Pneus	1560	56	17
Latas de tintas	80	3	1
Gesso	70	3	1
Plástico	928	3	10
Metais	1305	47	14
TOTAL	3943	112	43

Fonte: Pesquisa de campo, 2017

Figura 7. Quantitativo de árvores a serem plantada para compensar a emissão de CO₂ por transporte de RCC's



Fonte: Pesquisa de campo, 2017

Estudos realizados e aplicados por entidades de pesquisa para avaliação da capacidade de retirada de CO₂ por árvores, em um estudo realizado pelo

Instituto Totum e pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo em parceria com a Fundação SOS Mata Atlântica, estimou-se que cada árvore da Mata Atlântica absorve cerca de 163,14 kg de gás carbônico (CO₂) ao longo de seus primeiros 20 anos (INSTITUTO TOTUM, 2013).

Baseado nesse estudo e levando em consideração que a vegetação típica encontrada no município, é de regeneração de mata atlântica em vários estágios, decorrente da substituição por plantações de café ao longo dos anos dourados dessa cultura. Com a decadência do ciclo do café, ao longo dos anos 30, antigas fazendas não utilizaram mais a área de plantação com nenhum cultivo e nem para pastagem de gado, o que criou condições para a regeneração da mata nativa, atualmente observada na região. Algumas áreas cobertas de vegetação se encontram em estágio avançado de regeneração, abrigando uma população animal e vegetal antes inexistente (GUISELINE *et al.*, 2003), torna-se necessária a compensação com árvores nativas da região. Se o aterro controlado mantiver a atividade de caçambas que existe atualmente, estima-se que apenas com o fluxo de resíduos que não deveria ser destinado ao aterro serão emitidas cerca de 30.000 toneladas de CO₂ para realização do deslocamento dos resíduos descartados incorretamente, e de acordo com os cálculos realizados, é necessário o plantio de cerca de 43 mudas, se levarmos em conta que o aterro iniciou suas atividades em dezembro de 2014 e que até novembro de 2018 nenhum tipo de compensação foi realizada.

Para a proposta de projeto de compensação ambiental na área do entorno do aterro do bairro Grama, foram analisadas possíveis áreas junto ao aterro, onde seria possível de realizar atividades de plantio das mudas. Dessa maneira, foi proposta a seguinte marcação das áreas possíveis para o plantio das mudas conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8. Imagem de Satélite Google Maps: Entorno do aterro controlado de Grama



Fonte: Pesquisa de campo, 2017

No processo de compensação ambiental de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) o plantio das mudas pode ser feito de maneira aleatória sistemática (em linhas), com espaçamentos diversos que podem variar em função do relevo, do tipo de vegetação a ser restaurado e da velocidade com que se quer recobrir o solo. Os espaçamentos mais usuais são 2m x 2m (2.500 plantas/ha). A área entorno do aterro disponível para o plantio das mudas é de aproximadamente 160.000 m², levando em consideração o espaçamento fornecido pela EMBRAPA a área plantada seria de 172 m²/ano. Os plantios podem ser feitos em várias formas de arranjo de espécies em função da ecologia e da disponibilidade de mudas, tais como: apenas espécies de rápido crescimento, alternando linhas de cobertura intensa (por exemplo: espécies fixadoras de nitrogênio) e linhas com espécies de maior diversidade, incluindo diferentes grupos sucessionais e outras formas possíveis de composição de grupos funcionais de espécies. Na região sugere-se plantio das

seguintes espécies: *Luehea divaricata*, *Amburana cearenses*, *Handroanthus albus* (Bignoniaceae), *Mimosa scabrella*, *Cabralea canjerana* (EMBRAPA, 2018).

De acordo com Ferreira e colaboradores (2010) no Brasil existem poucos trabalhos que avaliam o sucesso das técnicas de compensação ambiental. O estudo desenvolvido por Santos e colaboradores (2012) afirma-se que a falta de planejamento no uso dos recursos naturais tem resultado na degradação dos ecossistemas florestais. Diante disso, nos últimos anos surgiram vários programas visando à recuperação desses ambientes, os quais consideram vários fatores, entre eles o ecológico, o silvicultural, o social e, especialmente, o econômico, o que pode chamar de serviços ecossistêmicos. A partir destes fatores, surge a preocupação em desenvolver técnicas que visam reduzir ao máximo os custos com a implantação de espécies florestais nativas para a recuperação de ecossistemas fortemente antropizados ou degradados.

6. CONCLUSÃO

A geração de resíduos de construção civil nos centros urbanos atingiu níveis consideráveis, situação que pode ser verificada também em Juiz de Fora/MG e, sua separação incorreta acarreta em uma logística enorme que gera não só gastos econômicos excessivos como também são responsáveis por causarem emissão em excesso de gases responsáveis pelo efeito estufa.

Apenas com uma política intensiva e incentivadora para tratar dos resíduos de construção civil, juntamente com uma abordagem perante a sociedade sobre os reais problemas que se enfrenta atualmente, é possível contornar os problemas associados com o descarte incorreto desse tipo de resíduo.

Entende-se que já é de conhecimento tantos dos órgãos públicos quanto também dos geradores, a respeito da resolução nº 307/2002 do Conama, que expõe a responsabilidade do gerador sobre o correto gerenciamento do RCC's. Sendo uma obrigação do gerador, em boa parte, empresas ligadas ao setor da construção civil, podendo ser esses considerados os grandes geradores de resíduos, fato que não exime também de um cuidado específico na geração, separação e destinação correta dos resíduos, por parte de todo e qualquer cidadão que realiza desde a construção de uma casa, a uma pequena reforma de uma cozinha, ou qualquer cômodo que seja em sua residência. Ambas as situações são impactantes caso não haja o devido acondicionamento e descarte correto dos resíduos. Os grandes geradores impactam muito em relação ao volume de RCC's gerados, que piora quando há destinação inadequada de materiais que poderiam ser utilizados em processos de reuso e reciclagem. Já no caso dos pequenos geradores, se assim podemos definir, ocorre o problema de contratação de caçambas, que passam a ser um depósito de resíduos para além daqueles produzidos no canteiro de obras, uma vez que "estacionadas" nas ruas recebem inclusive o descarte de lixo doméstico por parte do locatário do serviço e inclusive vizinhos. Situação pior que esta, é observada quando o próprio gerador do resíduo ou mesmo os comumente chamados carroceiros – que por prestarem um serviço não regulamentado – acabam por descartar os RCC's mesmo que em pequenas quantidades, nos diversos bota-fora presentes em áreas mais remotas da cidade.

Cabe agora à entidades fiscalizadoras, juntamente com o Plano de

Resíduos da Construção Civil do município, estabelecer medidas apropriadas à coleta, ao tratamento e a disposição final correta, sendo necessário, sobretudo, incentivar cada vez mais a minimização do desperdício e estabelecer ações diretas na gestão dos RCC's. Tal efeito pode ser conseguido através de ações de educação ambiental, que são capazes ajudar direto e indiretamente a diminuição na degradação do meio ambiente. Pois ao acoplar as diretrizes e a preocupação ambiental em um sistema econômico ativo da grande construção civil, ganha-se avanços na preservação do meio ambiente e uma qualidade de vida ambiental satisfatória, que notoriamente irá equilibrar o meio ambiente com a disseminação da construção civil.

Nesse sentido o município de Juiz de Fora/MG conta com dois ecopontos que recebem restos da construção civil, material reciclável, móveis e eletrodomésticos. Cada cidadão pode entregar diariamente até um metro cúbico de restos da construção civil, o que equivale a dez embalagens de cem litros. O objetivo é evitar que as pessoas descartem entulhos irregularmente nas vias da cidade. As unidades funcionam de segunda a sexta-feira, das 8 às 17 horas, e aos sábados, das 8 às 12 horas. A unidade da região leste fica na Rua Diva Garcia, em frente ao número 1.200, no Bairro Linhares. O ecoponto da zona oeste fica em frente ao estacionamento do estádio municipal, no São Pedro.

Dessa forma, a compensação ambiental se torna uma necessidade, pois potencializa a restauração de áreas degradadas e, o aumento da arborização urbana, permite que no entorno do aterro haja a possibilidade de estabelecer uma maior área vegetada, especialmente com reflorestamento nativo heterogêneo que beneficiará satisfatoriamente os moradores da região, como a qualidade de vida geral. Levando em consideração tal proposta, sugere-se a criação de parcerias para a realização do plantio de tal mudas, em uma ação conjunta entre os principais usuários e geradores de RCC's da cidade, junto da secretária de meio ambiente e DEMLURB, horto florestal do Instituto Estadual de Florestas, e a própria faculdade com os seus alunos em projeto de extensão.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 10004**. Resíduos Sólidos – Classificação. Julho 1987.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 10005**. Lixiviação de resíduos. Julho 1987.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 11174**. Armazenamento de Resíduos Classe II (não inertes) e III (inertes). Julho 1989.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 13221**. Transporte de resíduos – Procedimento. Fevereiro 1994.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 13643**. Coleta de Resíduos sólidos. Setembro 1995.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15112**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de RCD. Junho 2004.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15113**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Junho 2004.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15114**. Resíduos sólidos da construção civil: Área de Reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Junho 2004.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15115**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Junho 2004.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15116**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Junho 2004.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15849**. Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Julho 2010.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. PCC – São Paulo. 2001. 13 f. Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em 30 out 2018.

BRASIL, 1998. Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em 23 set. 2018.

BRASIL. 2000. Lei 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em 23 de set. 2018.

BRASIL, 2001. 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. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em 23 set. 2008.

BRASIL, 2004. 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. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em 25 out 2018.

BRASIL, 2005. Ministério das Cidades. 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.

BRASIL, 2007. Lei de 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em 23 set. 2008.

BRASIL, 2010. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em 23 set. 2008.

BRASIL, 2011. Resolução CONAMA nº 431 de 24 maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em 25 out 2018.

BRASIL. 2002. Resolução CONAMA nº 307 de 5 julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em 25 out 2018.

BRASIL. 2010. Decreto nº 7404 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em 25 out 2018.

CABRAL, A.E.B.; MOREIRA, K.M.V. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará, Programa Qualidade de Vida na Construção. 2011. Disponível em: < <http://www.ibere.org.br/anexos/325/2664/manual-de-gestao-de-residuos-solidos---ce-pdf>>. Acesso em 10 out 2018.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA (DEMLURB). Disponível em: <<http://www.demlurb.pjf.mg.gov.br/aterro.php>>. Acesso em 18 set. 2018.

FERNANDES, M.P.M. **Apreciação de Boas Práticas visando a Geração de Um Modelo para a Gestão Municipal dos Resíduos da Construção Civil**. 266 p. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; FERREIRA, D.F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v.34, p.651-660, 2010.

GONZALEZ, M.A.S.; RAMIRES, M.V.V. Análise de gestão dos resíduos gerados dentro dos canteiros de obras. In: IV SIBRAGEC, I ELAGEC, 2005, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre, 2005.

GUISELINE, J.C.A.; SOUZA, R.S.; FERREIRA, C.C.M. Cartilha infantil sobre os resquícios de mata atlântica na área urbana do município de Juiz de Fora -MG. 2003. Disponível em: < <http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo1/1.3/120/120.htm>>. Acesso em 10 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Metodologia do cálculo do grau de impacto ambiental de empreendimentos terrestres**: relatório final do grupo de trabalho. 18 p. Brasília, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2018. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html?t=destaques&c=3136702>>. Acesso em 10 nov. 2018.

INSTITUTO TOTUM. **Cada árvore da Mata Atlântica chega a retirar 163 kg de CO₂ da atmosfera**. 2013. Disponível em: <

http://www.institutototum.net.br/noticias_13-02-14_envolverde.php>. Acesso em 10 nov. 2018.

KARPINSK, L.A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. EDIPUCRS, 2009.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 155 de 25 de agosto de 2010. Altera dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, incluindo na listagem E códigos de atividade para manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=142499>>. Acesso em 19 set. 2018.

MINAS GERAIS. Lei nº 18.031, de 12 de janeiro 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>>. Acesso em: 18 set. 2018.

NUNES, K. R.; MAHLER, C.F.; VALLE, R.A. **Diagnósticos das gestões municipais de resíduos sólidos da construção**. In: 23º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Campo Grande, 2004.

PACHECO, A.L.C. **Ambiente institucional da compensação ambiental de que trata o artigo 36 da Lei Federal 9.985/2000: necessidade de governança regulatória**. 171 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 189 p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CEF, 2005. v. 1. 196 p. (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v. 1).

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. Decreto nº 9117, de 1º de fevereiro de 2007. REGULAMENTA A LEI Nº 11.197, DE 03 DE AGOSTO DE 2006 - CÓDIGO DE POSTURAS DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Disponível em: <<https://c-mara-municipal-da-juiz-de-fora.jusbrasil.com.br/legislacao/340294/decreto-9117-07>>. Acesso em 20 set. 2018.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. Deliberação normativa comdema nº 17/03. Dispõe sobre normas específicas para licenciamento ambiental para a atividade de movimentação de terra e afins e dá outras providências. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/sma/legislacao/arquivos/dn_17_2003.pdf>. Acesso em 20 set. 2018.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil de Juiz de Fora – MG**. Elaborado em agosto de 2010 pela Universidade Federal

de Juiz de Fora (UFJF).Disponível em:
<https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/seplag/arquivos/plano_residuos.pdf>.
Acesso em 10 out 2018.

SANTOS, A.C. **Diagnostico Ambiental da Gestão e Destinação dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD): Análise das construtoras associadas ao SINDUSCON/RN e empresas coletoras atuantes no município de Parnamirim – RN.** 108 p. Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, 2009.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R.A.; ARAGÃO, A.G.; AMARAL, L.A.; OLIVEIRA, A.S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Brasil Revista Árvore**, v. 36, p.237-245, 2012.

SILVA FILHO, A.F. **Gestão dos resíduos sólidos das construções prediais na cidade do Natal - RN.** 120 f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

TORRES, F.T.P. ;RIBEIRO, G.A.; MARTINS, S.V.; LIMA, G.S.; ROCHA, G.C.; SILVA, E. **Incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora: Minas Gerais.** Ubá: Editora Geographica, 2008.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/plantio-por-mudas>>.
Acesso em 10 out 2018.