

**REDE DE ENSINO DOCTUM  
UNIDADE JOÃO MONLEVADE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GILBERTO JÚLIO ALVES  
IVALDO INÁCIO JOSÉ MOREIRA**

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS  
DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE SÃO  
GONÇALO DO RIO ABAIXO/MG**

**JOÃO MONLEVADE  
2018**

**GILBERTO JÚLIO ALVES  
IVALDO INÁCIO JOSÉ MOREIRA**

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel em Engenheiro Civil no curso de Engenharia Civil, da Faculdade Doctum de João Monlevade.

Orientador: Prof. Me. Edcarlos Antônio Nunes Coura.

**JOÃO MONLEVADE**

**2018**



**Dedicamos esse trabalho a todos que, direto ou indiretamente, sendo negativo ou positivo, serviram de inspiração, motivando-nos a conquistar o objetivo de sermos Engenheiros Civis.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus por ter nos abençoado com saúde e força para superar as dificuldades e desafios na caminhada.

Agradecemos aos familiares que entenderam a nossa ausência e nos apoiaram a todo momento.

“Quem me oferece sua gratidão como sacrifício honra-me, e eu mostrarei a salvação de Deus ao que anda nos meus caminhos”. (Salmos 50:23)

Agradecemos ao professor Edcarlos Antônio Nunes, que se dispôs desde o início a nos orientar com uma motivação fora do normal, acreditando em nosso trabalho de TCC e sempre atendeu prontamente às nossas solicitações.

Agradecemos aos nossos colegas de classe e principalmente citamos dois colegas, “Patrícia e Marcio” que consideramos hoje amigos que se dispuseram a contribuir grandemente pelo simples valor da amizade.

Agradecemos a faculdade DOCTUM juntamente ao seu corpo docente, pela oportunidade concedida a nós.

São simplesmente palavras, mas representam sentimentos reais e valor pelas pessoas que estiveram direto ou indiretamente conosco.

**"Que eu seja capaz de reconhecer e reciclar meus erros e virtudes. Que eu seja capaz de desassistir as inseguranças e obstáculos e recomeçar com paixão e ousadia na alma, amor e coragem na bagagem a cada e toda vez que meu coração gritar que não tem medo."**

**Yohana SanFer**

## RESUMO

A construção civil é um ramo da indústria diretamente responsável pela geração de emprego e renda, porém seus processos produtivos implicam em impactos ambientais, principalmente pela grande geração de resíduos. Frente a isso, a Resolução CONAMA 307 estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil. Com isso, este trabalho objetiva uma análise do gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil, através de uma pesquisa qualitativa e quantitativa, tendo como local de estudo o município de São Gonçalo do Rio Abaixo. Foi constatado que o município dispõe os resíduos de forma inadequada no aterro municipal sem nenhum tipo de segregação e que há discordância dos dados declarados pelo município aos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos Sólidos (SINIS). Um melhor gerenciamento é proposto, visto que no mercado há tecnologias economicamente viáveis para uma destinação adequada dos resíduos da construção civil e demolição, além disso, é um campo de atuação em crescente expansão no mercado de trabalho.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. Construção civil. Gerenciamento de resíduos sólidos. Impactos ambientais. Aterro sanitário.

## **ABSTRACT**

Civil construction is a branch of industry directly responsible for generating employment and income, but its productive processes imply environmental impacts, mainly due to the large generation of waste. As a result, CONAMA Resolution 307 established guidelines, criteria and procedures for the environmental management of solid waste in construction. Thus, this work aims at an analysis of the management of solid waste in the civil construction, through a qualitative-quantitative research, having as unit of study the municipality of São Gonçalo do Rio Abaixo. It was found that the municipality disposes the waste improperly in the municipal landfill without any type of segregation and that there is disagreement of the data declared by the municipality in the National Information System on Solid Waste. Better management is proposed, since in the market there are economically viable technologies for adequate disposal of construction waste and, moreover, it is a field of activity in increasing expansion in the labor market.

**Keywords:** Solid waste. Construction. Solid waste management. Environmental impacts. Landfill sanitary



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Pirâmide de prioridades no gerenciamento de RCCD's, conforme resolução CONAMA 307/2002. ....	19
Figura 2 – Localização do Município de São Gonçalo Do Rio Abaixo.....	25
Figura 3 – Caçamba disponibilizada pela Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG para descarte de RCCD. ....	26
Figura 4 - Caçamba com contaminante, com restos vegetais.....	27
Figura 5 – Caçamba com contaminante, com resíduos da classe B.....	27
Figura 6 – Aterro Sanitário de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.....	28
Figura 7 – Disposição de RCCD no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.....	29
Figura 8 – Disposição de RCCD Classe A no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG. ....	29
Figura 9 – Disposição de RCCD no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.....	30
Figura 10 – Quantidade de resíduos sólidos e RCCD recebidos no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG em toneladas. ....	31
Figura 11 – Quantidade de RCCD coletados no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG em toneladas. ....	32
Figura 12 – Proposta de tratamento de RCCD.....	33
Figura 13 – Caçamba trituradora BF 70.2. ....	34
Figura 14 – Grelha. ....	35
Figura 15 – Peneira vibratória no processo de classificação dos RCCDs.....	36
Figura 16– Transportador de correias no processo de reciclagem dos RCCDs.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos RCCD e destinação conforme Resolução CONAMA 307/2002. ....	15
Tabela 2– Custos de implantação de uma usina de reciclagem. ....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
CI	Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
ERE	Estações de Reciclagem de Entulho
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> - Organização Internacional para Padronização
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ONG	Organização Não Governamental
PGRCC	Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RECESA	Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental
RCCD	Resíduos da Construção Civil e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMA	Secretária de Meio Ambiente
SEMAD	Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEMSU	Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SINIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
SLU	Superintendência de Limpeza Urbana

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>4</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
3.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL .....	14
3.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL.....	16
3.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL .....	17
3.4 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS .....	18
3.5 RECICLAGEM.....	20
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
<b>5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>24</b>
5.1 APRESENTAÇÃO DA CIDADE E SEUS PLANOS.....	24
5.2 SISTEMA DE COLETA DOS RCCD'S .....	25
5.3 PROPOSTA DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS.....	32
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos da construção civil representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. A disposição irregular desses resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental, de saúde pública e sobrecarregar o sistema de limpeza urbana. Tais resíduos além de contribuírem para a degradação do meio ambiente podem ocasionar na proliferação de vários vetores de doenças. Podem também obstruir o sistema de drenagem urbana, causando problemas de ordem econômica com inundações (DINO, 2016).

Em função dos vários problemas causados pela disposição irregular e a má gestão de tais resíduos, foi promulgada em 2002 a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão de resíduos da construção civil, criando a obrigatoriedade a todos os municípios e aos grandes geradores, 'empresas do ramo da construção civil', a implantação de formas para gerenciar estes resíduos (BRASIL, 2002). Com isso estes municípios e empresas de construção civil que aderirem e colocarem em prática um bom gerenciamento dos resíduos sólidos, podem adquirir premiações e/ou certificações, como exemplo, a ISO 14001.

A certificação ISO 14001, norma internacional, que define os requisitos para estabelecer e operar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). A principal função dessa norma é implantar corretamente um SGA. A mesma reconhece que organizações podem estar preocupadas tanto com o seu lucro, quanto com a gestão de impactos ambientais. Além disso, a certificação pode trazer vantagens competitivas, onde empresas fornecedoras podem ganhar concorrências pelo fato de serem certificadas (em alguns casos, possuir a certificação é uma exigência) e possuir o certificado pode auxiliar a empresa a ficar de acordo com as leis.

Com isso a proposta do trabalho será realizar um estudo de campo verificando como é feito o gerenciamento dos RCCD's no município de São Gonçalo do Rio Abaixo, localizado na parte leste do Estado de Minas Gerais, mais especificamente na região do quadrilátero ferrífero e da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba que possui área territorial de 363.828 km<sup>2</sup> e população estimada em torno de 10.588 habitantes (IBGE, 2017). Verificar se este município possui legislação própria e identificar melhorias para o gerenciamento dos RCCD.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar um estudo de campo sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos dos processos da construção civil no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG, almejando avaliar como este é feito.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar a destinação dos resíduos sólidos da construção civil no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG;
- Verificar se há legislação vigente para o gerenciamento desses resíduos no município;
- Quantificar os resíduos sólidos da construção civil no município;
- Identificar possíveis melhorias no gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG em conformidade com a legislação vigente.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no uso das competências que lhe foram conferidas e analisando a necessidade de implantação de diretrizes para redução dos impactos ambientais ocasionados pelos Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCCD), e de políticas urbanas para o desenvolvimento social, a degradação ambiental causada pela disposição incorreta dos RCCD's e a imprescibilidade de responsabilizar os geradores, tendo em vista a viabilidade técnica e econômica da reciclagem, sendo que esta também proporciona benefícios de ordem ambiental, social e econômica, decide estabelecer diretrizes e procedimentos para a gestão dos mesmos.

A resolução 307 do CONAMA também estabeleceu uma classificação para os RCCD's, em quatro classes distintas, onde os resíduos são separados de acordo com a sua capacidade de ser reciclado ou reutilizado, como mostrado na Tabela 1. Dentre estas classes de materiais se destaca as classes A resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados na construção civil, e B, resíduos recicláveis obtidos na construção civil destinados para outras finalidades. Estes materiais possuem tecnologia disponíveis para este fim.

Tabela 1 – Classificação dos RCCD e destinação conforme Resolução CONAMA 307/2002.

CLASSE	INTEGRANTES	DESTINAÇÃO
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como solos, cerâmicos, argamassa, concreto	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reserva de material para usos futuros
B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporários, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação	Deverão ser armazenados, transportados e destinados conforme as normas técnicas específicas
D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solvente, óleos e outros como amianto, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas

Fonte: Adaptado de BRASIL (2002).

Cabe ressaltar que a resolução permite o acondicionamento dos RCCD's classe A em aterros específicos para estes resíduos, desde que facilitem sua posterior utilização, quando for possível.

Os planos de gerenciamento dos RCC's foram elaborados pelos grandes geradores com o intuito de estabelecer os procedimentos necessários para manejo e destinação dos resíduos ambientalmente adequados, os mesmos devem ser analisados pelos órgãos ambientais competentes quando sujeitos a licenciamento e devem contemplar as seguintes etapas: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação (BRASIL, 2002).



Para gerar um padrão no gerenciamento a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou normas englobando todas etapas do gerenciamento, como as áreas de transbordo e triagem, projetar, construir e operar as instalações de tratamento, além de, como as áreas de destinação final devem ser confeccionadas. Dentro da área de destinação final a ABNT normatiza as áreas de recebimento, triagem e armazenamento e procedimentos de reciclagem (NUNES, 2004).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), anteviu a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos num amplo processo de mobilização e participação social.

Este plano contempla a problemática dos diversos tipos de resíduos gerados, as alternativas de gestão e gerenciamento passíveis de implementação, planos de metas, programas, projetos e ações correspondentes. O documento, elaborado sob a coordenação do Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos (CI), composto por 12 ministérios, apresentou o diagnóstico atual dos resíduos sólidos no Brasil. Também apresentou o cenário ao qual devemos chegar até 2031, criando diretrizes, estratégias e metas que orientam as ações para o Brasil implantar a gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos (SINIS, 2010).

### 3.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

No âmbito do estado de Minas Gerais a legislação acerca dos resíduos dar-se-á pela Política Estadual de Resíduos Sólidos – Lei 18.031/2009 e pela Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 155/2010. Cabe ressaltar que a política Estadual de Resíduos sólidos, proíbe as seguintes destinações:

I – Lançamento a céu aberto, sem o devido tratamento anterior, em áreas destinadas;

II – Queimar de forma inadequadas e em locais não licenciados para esta finalidade, salvo em caso de decretação de emergência sanitária e com autorização do órgão competente;

III – lançamento ou disposição em qualquer local, seja urbano ou rural que não seja licenciado pelo órgão competente.

Além disso, a Política Estadual de Recursos Sólidos define que “A existência de Política de Resíduos Sólidos no âmbito do Município é fator condicionante para a transferência voluntária de recursos e a concessão de financiamento por parte do Estado para a implantação e à manutenção de projetos de destinação final ambientalmente adequada.

A Política Estadual de Reciclagem de Materiais tem o objetivo de incentivar o uso, comercialização e a industrialização de materiais recicláveis, tais como, papel usado, aparas de papel e papelão, sucatas de metais ferrosos e não ferrosos, plásticos, garrafas plásticas e vidros, entulhos de construção civil, resíduos sólidos e líquidos, urbanos e industriais, passíveis de reciclagem (produtos resultantes do reaproveitamento, da industrialização e do acondicionamento dos materiais citados anteriormente (MINAS GERAIS, 2010).

### 3.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

O plano diretor do município de São Gonçalo do Rio Abaixo, trata das diretrizes da política de coleta e disposição de resíduos sólidos. Desenvolvendo alternativas para o serviço de coleta e destinação final de RCCD, com definição de área para vazadouro ou unidade de reprocessamento municipal.

As diretrizes do município relacionado aos resíduos sólidos são, garantir o sistema de limpeza urbana, com coleta seletiva dos resíduos sólidos abrangendo à toda população urbana e rural. Construir o aterro sanitário dimensionado para receber resíduos da população para no mínimo de 20 (vinte) anos à frente.

Promover a inserção do Município nos programas Estaduais e Federais de ajuda, incentivos e investimentos a coleta e acomodação de resíduos sólidos. Desenvolver programas de educação e incentivo à população para o aprendizado da coleta seletiva. Motivar e propor campanhas educativas para o aprendizado da coleta seletiva, além de, os malefícios do lançamento de resíduos sólidos nas margens e no leito dos rios, ribeirões e córregos. Fundamentar a conexão com Municípios vizinhos e/ou Agências Federal e Estadual, no que pertencente à destinação final de resíduos sólidos na Região (SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO, 2006).

Foi instituído setor na Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSU) destinado somente aos RCCD's, denominado Gerenciamento de Resíduos Sólidos, onde são competências do mesmo, promover a coleta de resíduos nas habitações particulares e demais edificações, com a utilização de caminhões coletores, incentivar a implantação de coleta seletiva dos resíduos, desenvolver estudos e projetos para a melhoria e expansão dos serviços de coleta de resíduo e limpeza pública; desenvolver projetos de uma usina de reaproveitamento de RCCD's.

Realizar a gestão pública e ambiental de resíduos sólidos, monitorar e avaliar a implementação da política de limpeza urbana no município. Gerenciar os equipamentos e as atividades de destinação final dos resíduos sólidos; regulamentar e fiscalizar a execução e o funcionamento de quaisquer instalações ou sistemas, públicos ou particulares, relativos aos resíduos (SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO, 2009).

### 3.4 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

O gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil segue as diretrizes impostas pela resolução 307 do CONAMA e há uma ordem de prioridade para o gerenciamento, conforme disposto na Figura 1, onde a ordem de prioridade no gerenciamento dos RCCD's é de cima para baixo e a ordem de relevância no gerenciamento é apresentado pela dimensão da diretriz.

Figura 1– Pirâmide de prioridades no gerenciamento de RCCD's, conforme resolução CONAMA 307/2002.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2002).

Ao iniciar a obra é necessário apresentar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) do empreendimento para o órgão fiscalizador, que a fiscalizará ao término da obra, comparando a quantidade estimada com a real de resíduos produzidos pela obra, através de documentos da construtora e da empresa contratada para coleta.

É necessário que no canteiro de obras se crie um processo de segregação que facilite a triagem dos resíduos para posterior reciclagem e/ou descarte. Esse processo ajuda não só na organização dos resíduos, mas na organização de limpeza do canteiro de obras.

Deve-se definir o local para descarte de cada tipo de resíduo com identificação por categoria e especificação. E se o seu canteiro de obras for grande, planeje pontos de descarte em diferentes locais da planta, além de dutos para descarte de andares superiores até o térreo. Assim é possível evitar descartes errados por falta de sinalização ou opção.

Antes de enviar os resíduos para pontos de coleta através de empresa especializada deve-se confirmar se estes realmente devem ser descartados. Por

exemplo, resíduos sólidos da construção civil classificados como A podem ser reutilizados na própria obra ou ainda doados para alguma associação ou ONG que os recicle. Assim reduz-se os custos com o transporte e de possíveis materiais que seriam comprados.

O que realmente for identificado como RCCD, para ser descartado deve ir para uma área de descarte e tratamento do mesmo devidamente licenciada e fiscalizada pelos órgãos ambientais competentes.

Hoje a maior dificuldade em reduzir ou reciclar os resíduos sólidos da construção civil está na falta de conscientização e mão de obra qualificada (CARDOSO, 2016).

### 3.5 RECICLAGEM

Nada mais justo que a indústria que mais consome recursos naturais recicle resíduos para que eles voltem a ser insumos de obra e, por consequência, reduza a extração de matéria-prima e poluição. Se não for suficiente, reciclar também ajuda a baixar custos da sua obra, por exemplo, um tijolo feito com areia reciclada custa metade do preço de um tijolo tradicional.

A conscientização da construção civil para reciclar é um objetivo da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), criada em 2011 para apoiar empresas recicladoras de RCCD. Essas empresas recicladoras fazem o trabalho de separação e adaptação dos resíduos.

A Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (RECESA) descreve as seguintes etapas de manejo: segregação, coleta, manipulação e acondicionamento, transporte, armazenamento, transbordo, triagem e tratamento reciclagem, comercialização e destino final. Adaptando ao caso de uma empresa teremos (RECESA, 2007), que são descritas a seguir.

- Geração – Ato de gerar um resíduo. Neste item podem-se implantar ações de não geração ou de redução. Para a identificação das fontes de geração de resíduos, faz-se necessário percorrer os processos da empresa;

- Segregação – é a separação na fonte geradora dos resíduos conforme suas características. A importância deste processo é a valorização dos resíduos e a maior

eficiência das demais etapas subsequentes de gerenciamento por evitar a contaminação de quantidades significativas de materiais reaproveitáveis em decorrência da mistura de resíduos. É também a etapa que exige a adesão dos usuários, com a mudança de hábito no momento do descarte dos resíduos (ZANTA E FERREIRA, 2007);

- Acondicionamento – Preparar o resíduo para a coleta de forma sanitariamente adequada, compatível com o tipo e a quantidade de resíduos, verificando se a frequência da coleta, o tipo de edificação e o preço do recipiente de acondicionamento. O processo de acondicionamento envolve tanto o recipiente quanto o procedimento de acondicionamento. São exemplos de recipientes de acondicionamento de resíduos os sacos plásticos, contentores, caçambas estacionárias e contêineres. O acondicionamento adequado ainda evita acidentes e a proliferação de vetores, minimiza o impacto visual e olfativo, reduz a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva) e facilita a realização da etapa da coleta;

- Triagem – (classificação, quantificação): processo de separação mais refinado dos materiais de acordo com suas características, ou seja, esta etapa irá separar os materiais recicláveis de acordo com o processo futuro de reciclagem. Neste momento é possível quantificar e classificar mais detalhadamente cada tipo de material (MONTAGNA et. al., 2012);

- Reuso/reciclagem – O reuso consiste em reutilizar um material sem alterar sua composição. Já a reciclagem, de acordo com a PNRS, é a alteração das propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas do material, transformando-o em um novo produto;

- Armazenamento – Estocagem do resíduo acondicionado. O processo de armazenamento dos resíduos tem como objetivo acumular os resíduos até que seja realizada a coleta e destinação do mesmo. A forma de armazenamento deve resguardar as características dos materiais, protegendo os mesmos de intempéries e do acesso não controlado de pessoas e animais;

- Tratamento – Define-se tratamento como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja

impedindo descarte de lixo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável (MONTAGNA et. al. 2012);

- Coleta e transporte – Significa recolher os resíduos acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final. A coleta e o transporte do lixo domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana (IBAM, 2001);

- Disposição final – Consiste na última etapa do manejo, com a deposição do resíduo, de forma ordenada ou não, em local pré-determinado. A destinação final escolhida dependerá de cada tipo de resíduo. Deverá ser realizada uma análise de custo/benefício dentre todas as possibilidades viáveis. (SISTEMA FIRJAN, 2006).

#### **4 METODOLOGIA**

A pesquisa realizada consistiu em avaliar como o gerenciamento dos RCCD's é feito na cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG. Para tal, o estudo valeu-se de uma abordagem qualitativa e quantitativa. A abordagem qualitativa foi utilizada para avaliar se o município realiza todos os procedimentos da gestão dos RCCD's em conformidade com a legislação vigente, observando qualquer divergência e desconformidade com estas leis.

A abordagem quantitativa foi utilizada para mensurar a quantidade de resíduos gerados pelo município e se tem seu destino ambientalmente correto.

Para realizar as avaliações propostas acima, buscou-se os dados pertinentes juntamente aos órgãos municipais responsáveis, a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), da cidade pesquisada, além do Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos Sólidos (SINIS).

Também foi realizado uma pesquisa de campo, que consistiu na observação dos procedimentos de coleta e destinação dos resíduos, também de registro fotográfico destes procedimentos.

Além dos dados obtidos pelo órgão responsável pelo gerenciamento dos RCCD's, foi realizada visita técnica ao aterro, onde os resíduos são destinados, a fim de verificar como estes são acondicionados e tratados.

Também foi realizada uma visita técnica em uma estação de tratamento de RCCD's, da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), que presta serviços à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, com o intuito de verificar como é feito o processo de tratamento destes resíduos e quais os produtos são gerados pelo mesmo.



## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 5.1 APRESENTAÇÃO DA CIDADE E SEUS PLANOS

O município de São Gonçalo do Rio Abaixo definido com área de estudo, localizado na parte leste do Estado de Minas Gerais, mais especificamente na região do quadrilátero ferrífero e da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba.

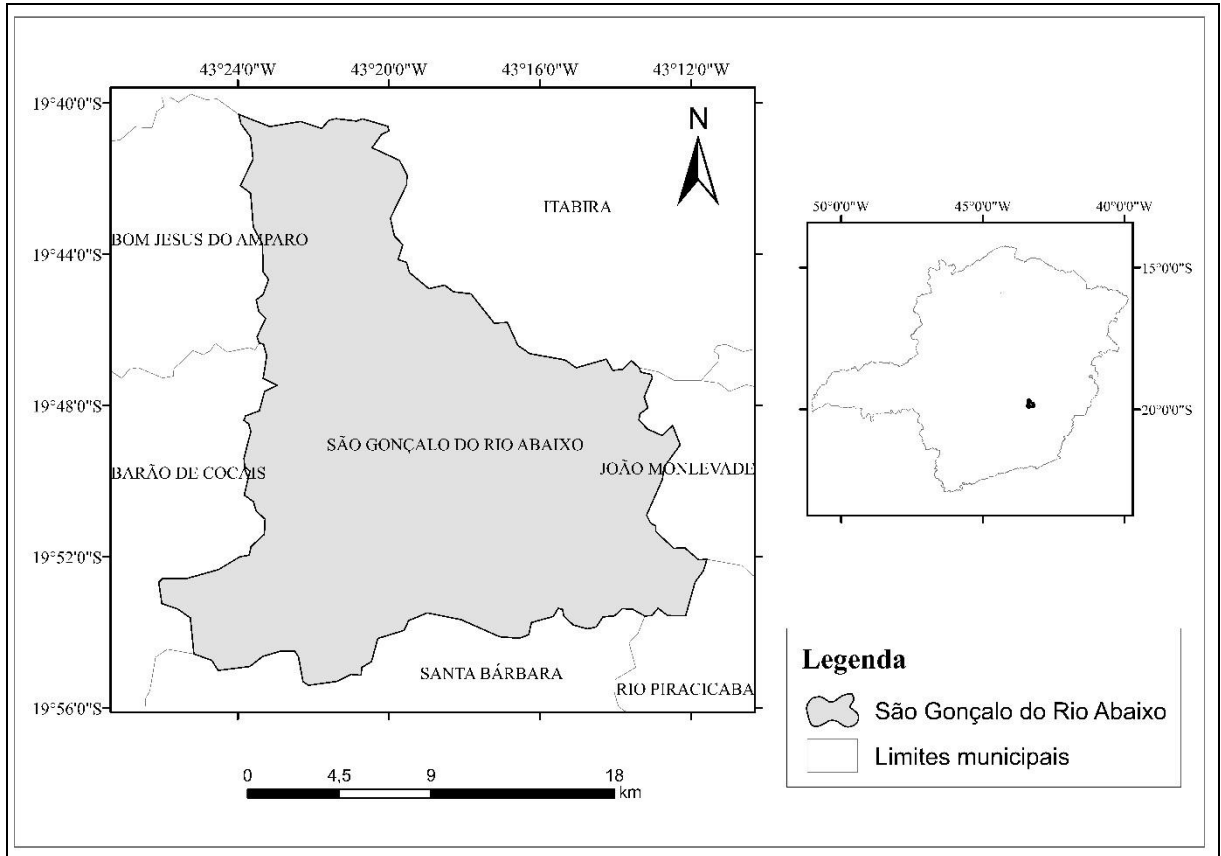
O mapa mostrando a extensão territorial do município é apresentado na de  
escolas.

Figura 2, esta também mostra a localização do município com relação aos seus vizinhos. Sua área territorial de 363.828 km<sup>2</sup> e população estimada em torno de 10.588 habitantes (IBGE, 2017).

De acordo com o IBGE (2017), a cidade possui uma das maiores minas de minério de ferro do mundo, a mina de Brucutu, da empresa multinacional Vale S.A. e está em operação desde 2006, o que rende à cidade um dos maiores PIB do Brasil, graças aos royalties oriundos da mineração, a cidade que antes era essencialmente agropecuária, recebeu um grande desenvolvimento estrutural, com obras de

infraestrutura pública, principalmente pavimentação de vias rurais e urbanas, além de construções de escolas.

Figura 2 – Localização do Município de São Gonçalo Do Rio Abaixo.



Fonte: SANTOS (2017).

A cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG, possui Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Plano Diretor do município, Lei nº 1022 de 26 de dezembro de 2013.

A cidade possui um aterro sanitário, controlado pela Prefeitura Municipal, para o qual são destinados todos os resíduos sólidos, inclusive os da construção civil, produzidos na área urbana e na área rural do município. Há coleta de resíduos, coleta seletiva e o serviço de remoção de RCCD por caçambas de forma regular na cidade, embora a mesma não possua centro de triagem e nem sistema de reciclagem dos RCCD's.

## 5.2 SISTEMA DE COLETA DOS RCCD's

Os RCCD's do município de São Gonçalo do Rio Abaixo são recolhidos pelo serviço de caçambas disponível pela prefeitura, como mostrado na Figura 3, este serviço é prestado por uma empresa terceirizada pela Prefeitura Municipal, e este

resíduo coletado é encaminhado para o Aterro Sanitário do município, que é mostrado na Figura 6, fiscalizado pela Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.

Figura 3 – Caçamba disponibilizada pela Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG para descarte de RCCD.



Fonte: Autores (2018).

Não há uma triagem dos RCCDs antes de sua disposição nas caçambas, por este motivo é comum encontrar diferentes classes deste material na mesma caçamba, gerando assim dificuldades para um possível tratamento, por exemplo, dificultando a segregação deste material, como observado nas Figura 4 e Figura 5.

Figura 4 - Caçamba com contaminante, com restos vegetais.



Fonte: AUTORES (2018).

Figura 5 – Caçamba com contaminante, com resíduos da classe B.



Fonte: AUTORES (2018).

De acordo com a Secretária de Meio Ambiente (SEMA), em reunião com o Secretário Mário Neto, desde 2007 o município deixou de jogar seus resíduos no antigo aterro, para destinar todo resíduo produzido no município num local

construído e planejado de acordo com todas as leis ambientais, denominado aterro sanitário.

O aterro sanitário municipal, cuja sua área é mostrada em destaque na Figura 6, construído em 2007 possui uma área total de 10 hectares, dimensionado para processar no máximo 13.850 Toneladas de Resíduo Sólido Urbano (RSU)/dia com capacidade de operar por 7 anos. Este aterro tem licença de operação com validade de 8 anos.

Figura 6 – Aterro Sanitário de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.



Fonte: Adaptado de: BROWN,2006.

O primeiro ponto observado durante a visita foi que os resíduos sólidos coletados pelo serviço de caçamba não possuem uma distinção, os resíduos são dispostos no aterro da mesma forma que são coletados. O exemplo da não distinção na separação dos resíduos por classes é mostrado na Figura 7, onde os resíduos classe A e B são descartados na mesma área.

Figura 7 – Disposição de RCCD no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.



Fonte: AUTORES (2018).

Outros locais dentro do aterro sanitário do município onde os RCCD's são acondicionados sem uma separação por classe, apresentados nas Figura 8 e Figura 9, que mostra os resíduos de concreto, solo, plástico, papeis, metais e isopor que são dispostos todos na mesma região do aterro.

Figura 8 – Disposição de RCCD Classe A no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.



Fonte: AUTORES (2018).

Figura 9 – Disposição de RCCD no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG.



Fonte: AUTORES (2018).

Existe uma planilha de controle dos resíduos que entram no aterro, e de acordo com a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSU), em reunião com o Secretário de Serviços Urbanos, Ernane Gonçalves Torres, e nos informou que a média de RCCD recolhidos e destinados no aterro é em média 30 metros cúbicos por dia.

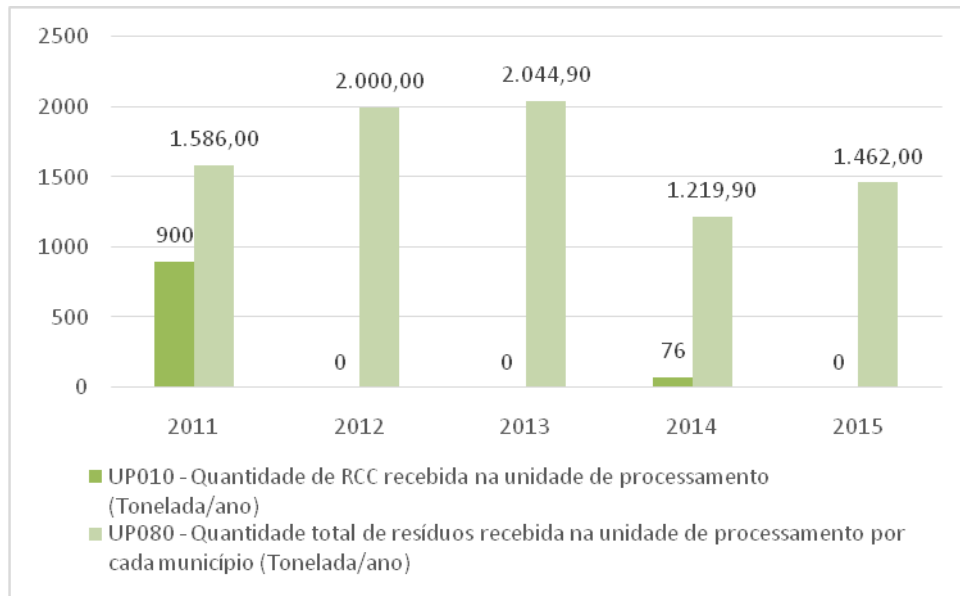
Baseado nesta planilha que são declarados os dados no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SINIS) referentes a quantidade de resíduos sólidos recebidos no aterro municipal. Esses dados são apresentados na Figura 10, que mostra a quantidade de resíduo recebido pelo aterro no período entre 2011 a 2015. Observa-se, nos três primeiros anos, uma tendência do crescimento da quantidade de RSU recebidos pelo aterro, tendência que já era esperada pelo aumento da população municipal. No ano seguinte houve uma queda na geração de RSU, esta queda pode ser atribuída a uma evazão de parte da população do município, devido a crise econômica no país.

Em relação aos RCCD, não foi possível fazer uma análise e comparar as tendências de crescimento e decréscimo, pois a Prefeitura Municipal declarou



como RCCD recebidos no aterro somente em dois anos, 2011 e 2014. A quantidade declarada pelo município no ano de 2011 foi cerca de 36,2% de todo resíduo recebido, já em 2014 foi de cerca de 6,03%. Nos outros anos o município não distinguiu a quantidade de RCCD da RSU do declarado no SINIS. A discrepância nos valores declarados em 2011 e 2014 pode ser atribuída ao baixo número de construções no município.

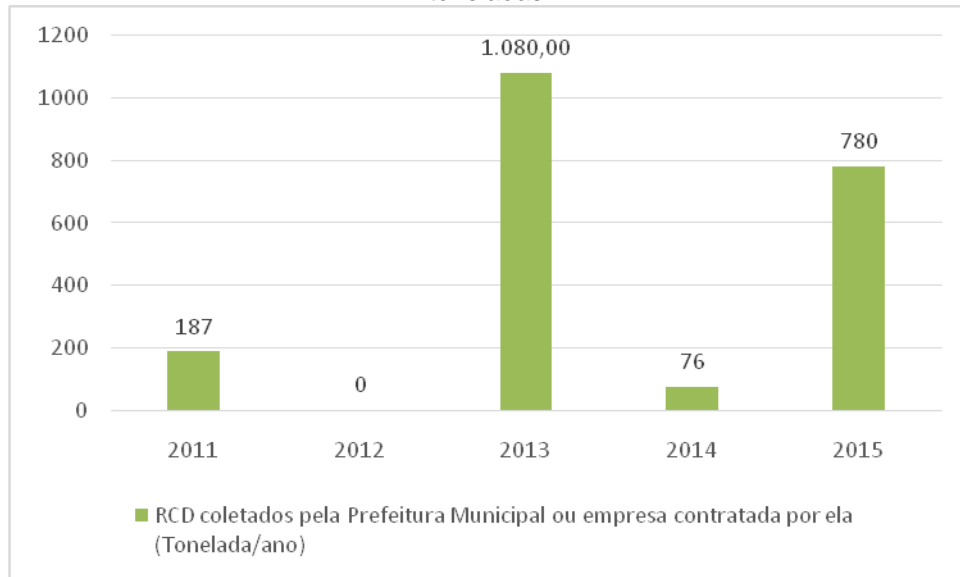
Figura 10 – Quantidade de resíduos sólidos e RCCD recebidos no aterro municipal de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG em toneladas.



Fonte: Adaptado de SINIS (2017).

Em relação à quantidade de RCCD's coletados no município no período de 2011 a 2015, de acordo com dados disponíveis no SINIS, o município declarou ter coletado RCCD's em quatro anos da série analisada, conforme o disposto na Figura 11 .

Figura 11 – Quantidade de RCCD coletados no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG em toneladas.



Fonte: Adaptado de SINIS (2017).

Comparando os gráficos das Figura 10 e Figura 11, observou-se que em 2014 todo RCCD coletado no município foi disposto no aterro. Observa-se, no entanto a discrepância em relação aos RCCD's coletados com o recebido pelo aterro. Também se observou que todo RCCD coletado no ano de 2013 e 2015 não foi recebido pelo aterro, que nos leva a crer que este resíduo foi reutilizado pela Prefeitura Municipal em obras de aterramento. Em relação ao ano de 2011, observamos uma grande discrepância na quantidade de RCCD coletados pela prefeitura com o recebido pelo aterro, este fato pode ser atribuído ao aumento no número de construção civis no município, período no qual a empresa Vale S.A. com as próprias construtoras encaminhando os RCCD's para o aterro sanitário

### 5.3 PROPOSTA DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS

Face a viabilidade econômica da reciclagem dos RCCD's, a destinação ambientalmente correta dos mesmos é de extrema importância. A criação de um programa de reciclagem dos RCCD gera emprego e renda para a população além de possibilitar o reuso do material reciclado para diversos fins, como por exemplo o

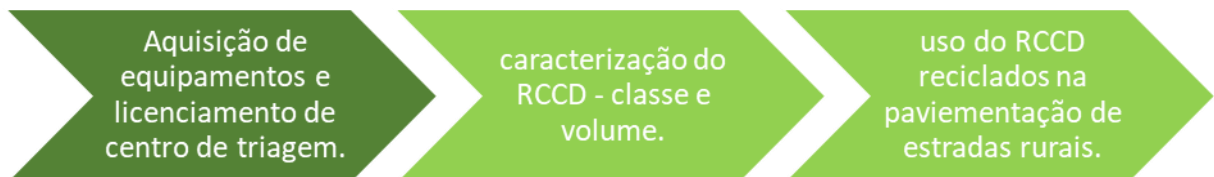
uso na pavimentação de vias que conforme apresentado na literatura, apresenta uma boa eficiência.

A reciclagem dos resíduos em novos materiais de construção permite a utilização racional dos insumos de construção, possibilitando maior eficiência executiva das obras (FILHO; FARIA E PIRES, 2015).

Uma proposta de tratamento de RCCD para o aterro sanitário do município é apresentada na Figura 12.

Visto que as normas ABNT não recomendam o uso de RCCD reciclados em obras estruturais, o presente trabalho propõe o uso do material reciclado para a pavimentação de estradas rurais.

Figura 12 – Proposta de tratamento de RCCD.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Para a reciclagem dos RCCD em forma de agregado, as tecnologias mais comuns no mercado são utilizando caçambas trituradoras ou usinas de reciclagem.

A caçamba trituradora, o exemplo é apresentado na Figura 13, é um britador de mandíbulas moveis que se acopla a escavadeira hidráulica de peso operacional a partir de 14 toneladas. O preço de lista de mercado é aproximadamente R\$ 264.000,00.

As vantagens do uso de caçambas triturados são várias, dentre elas só é necessário um operador, o equipamento ocupa pouco espaço, manutenção simples, alta durabilidade e produção, dependendo do modelo, pode chegar a triturar 50 tons/h.

Figura 13 – Caçamba trituradora BF 70.2.



Fonte: MB CRUSHER DO BRASIL (2017).

Para verificar como funciona a usina de reciclagem foi feita uma visita a empresa de reciclagem SLU, prestadora de serviços a prefeitura de Belo Horizonte, teve se a oportunidade de conhecer o processo de britagem como um todo, detalhando os equipamentos usados para a preparação e trituração dos RCCD's e os produtos finais.

O processo começa com inspeção visual do material recebido pela empresa, onde esta rejeita caminhões com mais de 10% de contaminação. Depois o material é submetido ao processo de triagem visando obter RCCD da classe A. Em seguida o material passa pelo primeiro processo de classificação (grelha), é mostrado na Figura 14, que visa impedir que materiais muito grosseiros entre no processo seguinte.

Logo abaixo da grelha temos o Britador fixo de mandíbulas, equipamento responsável pelo processo de britagem primária, com a finalidade de fragmentar o material diminuindo sua granulometria de acordo com a necessidade do processo. Neste processo é gerado dois produtos, a bica corrida, com diâmetro menor que 2" (polegadas) e o rachão, tem seu diâmetro entre 2" e 4,5" (polegadas).

Figura 14 – Grelha.



Fonte: AUTORES (2018).

A bica corrida quando necessária é encaminhada para o processo de britagem secundária, o material é novamente fragmentado. Depois o material é encaminhado para o segundo processo de classificação, mostrado na Figura 15, no qual se obtém 3 produtos, a brita 0, com diâmetro entre  $3/16''$  a  $3/8''$ (polegadas), brita 1, com diâmetro entre  $3/8''$  a  $3/4''$ (polegadas), e Pó/Areia, com o diâmetro menor que  $3/16''$ (polegadas).

Figura 15 – Peneira vibratória no processo de classificação dos RCCDs.



Fonte: AUTORES (2018).

Os transportadores de correias, como mostrado

Figura 16, são equipamentos responsáveis pela condução dos agregados, transportando-os entre os equipamentos durante todo o processo de beneficiamento.

Figura 16– Transportador de correias no processo de reciclagem dos RCCDs.



Fonte: AUTORES (2018).

Os custos de implantação de uma usina de reciclagem de RCCD baseada nas normas da ABNT NBR 15.112/2004, NBR 15.113/2004 e NBR 15.114/2004 (FILHO; FARIA E PIRES, 2015). Os resultados obtidos pelos autores encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2– Custos de implantação de uma usina de reciclagem.

Item	Valor médio (R\$)
Obras civis e terraplanagem	141.666,67
Unidade recicladora	1.100.000,00
Peneiras	453.333,37
Pá carregadeira	391.666,67
Balança	316.667,67
Acabamento e instalações físicas	91.333,33
Arruamento e iluminação	133.333,33
<b>Total</b>	<b>2.811.960,00</b>

Fonte: Adaptado de FILHO, FARIA E PIRES (2015).

Ressalta-se que o investimento para a implantação de uma usina é bem maior do que a aquisição de caçambas britadoras. A primeira permite uma segregação dos agregados em função do diâmetro sendo indicados para uso em canteiros de obras e/ou aterros e/ou unidades de triagem com pouco volume de



RCCD. As usinas, pelo fato de precisarem de um investimento de cerca de 8 vezes maior, são mais indicadas para empreendimentos e cidades com muita geração de grande volume RCCD.

Outro ponto que deve ser considerado no processo avaliativo é o plano de gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil que estão em vigência, que tem como principal característica a previsão no aumento populacional, que por consequência, acarreta no aumento na produção de resíduos no município, o aterro municipal seguindo as legislações vigentes foi construído no ano de 2007, em uma área de cerca de 100 mil metros quadrados, localizado na zona rural do município, no distrito de Carolina, possuindo capacidade de atender uma população de 17 mil habitantes por um período de 35 anos.

## 6 CONCLUSÃO

Através do presente trabalho foi possível conhecer melhor os RCCD's gerados no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG e sua destinação final.

Observou-se que o gerenciamento dos RCCD's do município necessita de melhorias, pois da forma que é feito hoje gera custos, não agrega valor, não é reaproveitado da forma que deveria, não tem separação adequada e ainda ocupa espaço no aterro sanitário.

Todavia, a cidade caminha para um gerenciamento correto, uma vez que tem a coleta dos RCCD's na área urbana e rural, possui um aterro sanitário em conformidade com a legislação, com local específico para os RCCD's classe A. possui a disponibilidade de caçambas estacionárias cedida pela prefeitura municipal para a população através de empresa terceirizada.

Com relação a legislação do município de São Gonçalo do Rio Abaixo, o mesmo não possui legislação própria, mais segue a legislação Federal e Estadual, além do seu próprio plano diretor que regulamenta a destinação dos RCCD's e outros resíduos.

Conforme observado em campo foi possível qualificar o RCCD com uma análise visual. Percebeu-se que no local destinado aos RCCD's classe A estava com resíduos de outras classes, havendo triagem que não é eficiente dos resíduos no aterro sanitário antes da sua destinação final.

Uma boa prática para melhorar o gerenciamento dos RCCD's, seria investir em campanhas de conscientização aos geradores de resíduos, seja nas construtoras locais, pessoas físicas que utilizam caçambas e principalmente nas escolas, e uma futura implantação de usina de reciclagem sabendo que a cidade tem poder econômico para o investimento.

Vale ressaltar que os agregados não são renováveis, porém podem ser recicláveis e que opções para a substituição de agregados devem ser consideradas, pois logo deixarão de ser uma opção. Para dar continuidade a este estudo, que procurou utilizar tecnologias para adequar a preservação do meio ambiente em relação à disposição final e reaproveitamento de RCCD's.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama n. 308, de 21 de março de 2002**. Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte. Brasília, DF, 21 mar. 2002b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=330>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

BRASIL, PNRS. Lei n 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei, v. 9, 1998.**

CARDOSO, Hallana de Sousa. Análise do processo de gerenciamento de resíduo na construção civil. Estudo de caso: canteiro de obras Brasil e Irlanda. 2016.

DE RESÍDUOS SÓLIDOS, IBAM–Gestão Integrada. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. **Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, SEDU, 2001.**

DINO, D. (06 de outubro de 2016). **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil minimiza impactos ao meio ambiente.** Acesso em 2018, disponível em terra: <[HTTPS://WWW.TERRA.COM.BR/NOTICIAS/DINO/PLANO-DE-GERENCIAMENTO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-DA-CONSTRUCAO-CIVIL-MINIMIZA-IMPACTOS-AO-MEIO-AMBIENTE,7949DF40EE282EEEE16699](https://www.terra.com.br/noticias/dino/plano-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-da-construcao-civil-minimiza-impactos-ao-meio-ambiente,7949DF40EE282EEEE16699)>. Acesso em: 09 nov 2018.

EXTENSÃO, RECESA-REDE DE CAPACITAÇÃO E. Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Núcleo Regional Nordeste–NURENE. Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: nível, v. 2, 2007.**

DO ESTADO, FIRJAN-Federação Das Indústrias. do Rio de Janeiro. **Índices FIRJAN de desenvolvimento municipal, 2006.**

FILHO, J. A. P.; FARIA, A. C.; PIRES, G. W. M. O. **Custos de implantação de usinas para reciclagem de resíduos de construção civil no estado de São Paulo.** Anais. In: SIMPOI, 2015. Disponível em: <[http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2015/artigos/E2015\\_T00201\\_PCN33492.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2015/artigos/E2015_T00201_PCN33492.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2018.

GERAIS, MINAS. Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. **Publicada no Diário do Executivo de Minas Gerais em, v. 13, 2009.**

IBGE. **Panorama:** São Gonçalo do Rio Abaixo. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-goncalo-do-rio-abaixo/panorama>>. Acesso em: 05 set. 2018.

MB CRUSHER DO BRASIL. **CATALÓGO DE PRODUTOS**. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.MBCRUSHER.COM/PT/BR/PRODUTOS/CAÇAMBA-TRITURADORA](http://www.mbcruher.com/pt/br/produtos/caçamba-trituradora)>. Acesso em: 05 set. 2018.

MINAS GERAIS. **Conselho Estadual de Política Ambiental**. Deliberação Normativa COPAM nº 155, de 25 de agosto de 2010. Altera dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 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. Siam (meio eletrônico). Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>>. Acesso em: 12 out. 2018.

MINAS GERAIS. Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. **Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos**. Siam (meio eletrônico). Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14611>>. ACESSO EM: 19 SET. 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO: SNIS**. APLICATIVO SINIS SÉRIE HISTÓRICA. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://APP.CIDADES.GOV.BR/SERIEHISTORICA/](http://app.cidades.gov.br/seriehistorica/)>. Acesso em 02.nov.2018

MONTAGNA, William; KLIGMAN, Albert M.; CARLISLE, Kay S. **Atlas of normal human skin**. Springer Science & Business Media, 2012.

NUNES, KRA. NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos– Áreas de transbordo e triagem–Diretrizes para projeto, implantação e operação. **Rio de Janeiro**, 2004.

POTOSKI, Matthew; PRAKASH, Aseem. Green clubs and voluntary governance: ISO 14001 and firms' regulatory compliance. **American journal of political science**, v. 49, n. 2, p. 235-248, 2005.

SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO, SÃO GONÇALO DO RIO. P. M. (20 DE DEZEMBRO DE 2006). **PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO**. ACESSO EM 10 DE OUTUBRO DE 2018, DISPONÍVEL EM SAOGONCALO.MG.GOV:<[HTTP://WWW.SAOGONCALO.MG.GOV.BR/ABRIR\\_ARQUIVO.ASPX/PLANO\\_DIRETOR?CDLOCAL=2&ARQUIVO=%7B8CC2ECB6-B80C-ED67-6D46-A878CDED1E%7D.PDF](http://www.saogoncalo.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/plan_o_diretor?cdlocal=2&arquivo=%7B8CC2ECB6-B80C-ED67-6D46-A878CDED1E%7D.PDF)> ACESSO EM: 28 AGO. 2018.

SANTOS, Daniele Oliveira Justo dos; FONTES, Cintia Maria Ariani; LIMA, Paulo Roberto Lopes. **Uso de agregado miúdo reciclado em matrizes cimentícias para compósitos reforçados com fibras de sisal**. Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro , v. 22, n. 1, e11801, 2017. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-70762017000100432&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762017000100432&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29 .ago. 2018

SNIS, BRASIL. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, 2010. Disponível no site: [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br). Acesso em 15 set. 2018.