

FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ

AQUILES LEAL SANTANA

BIANCA SARMENGI ROSALINO

MARIA MADALENA BOTTAN

RENAN BOZI SPINASSÉ

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE ARACRUZ**

ARACRUZ

2017

AQUILES LEAL SANTANA  
BIANCA SARMENGI ROSALINO  
MARIA MADALENA BOTTAN  
RENAN BOZI SPINASSÉ

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE ARACRUZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da Faculdades Integradas de Aracruz como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiros (as) Civil.

Orientadora: Julimara Zampa Bitti Blank Gigg

ARACRUZ

2017

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade da dádiva da vida até a presente data, além das mães e pais de cada integrante do presente trabalho. A todos os nossos familiares e amigos que nos ajudaram. A nossa dedicação à ciência do gerenciamento e planejamento na construção civil.

Agradecemos a professora e orientadora Julimara Zampa Bitti Blank Gigg pela ajuda no desenvolvimento do trabalho, incentivando a pesquisa e estudos na área, proporcionando que o concluísse. Apoiando e auxiliando em cada etapa da metodologia que sugerimos, além de informar as diretrizes para chegarmos ao objetivo proposto.

Agradecemos ao secretário de transporte e serviços urbanos Luiz Fernando Meier, por nos informar sobre toda etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil no município de Aracruz, além de apresentar os dados de volume gerado dos mesmos.

Agradecemos também as empresas Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos e S.A Serviços de Limpeza e Soluções Ambientais por nos fornecer dados que ajudaram a fomentar nosso trabalho e nos direcionar sobre os melhores caminhos a seguir para o auxílio na melhora da gestão dos resíduos no município.

AQUILES LEAL SANTANA

BIANCA SARMENGI ROSALINO

MARIA MADALENA BOTTAN

RENAN BOZI SPINASSÉ

*“Nunca o homem inventará nada mais simples nem mais belo do que uma manifestação da natureza. Dada a causa, a natureza produz o efeito no modo mais breve em que pode ser produzido”.*  
Leonardo da Vinci

## RESUMO

A indústria da construção civil é um importante setor para economia brasileira, tal valor agregado gera também preocupações quanto a destinação do volume de resíduos gerados pela sua atividade e se faz necessário buscar aprimoramentos de estudos na área de gerenciamento dos resíduos. Para maior efetivação da gestão pública dos resíduos da construção civil (RCC), foram criadas a Lei nº 12.305 e a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que normatizam todos os procedimentos de manejo desses resíduos. Diante deste cenário, o estudo mostra como são realizadas as etapas de manejo na cidade de Aracruz/ES, através de pesquisa documental, entrevistas semiestruturadas e estudos na legislação do município, obtendo o quantitativo de RCC gerados e o custo que o mesmo gera para o órgão público, identificando as potencialidades e fragilidades no processo de manejo dos resíduos. Foi apresentada uma proposta de melhoria na destinação final, inserindo custo do tratamento dos RCC caso fosse adotado uma gestão de reciclagem na municipalidade. Tal mudança resultou na redução no custo da destinação do material gerado na construção civil.

Palavras Chave: Resíduos da Construção Civil, Gerenciamento, Aracruz, Conama, Construção Civil.

## **ABSTRACT**

The construction industry is an important sector for the Brazilian economy. Such added value also generates concerns regarding the destination of the volume of waste generated by its activity and it is necessary to seek improvements in waste management studies. In order to make the public management of construction waste (RCC) more effective, Law nº 12305 and Resolution nº 307 of the National Environment Council (CONAMA) were created to regulate all the waste management procedures. Given this scenario, the study shows how the management stages in the city of Aracruz / ES are accomplished through documentary research, semi-structured interviews and studies in municipal legislation, obtaining the amount of RCC generated and the cost it generates for the public agency, identifying potentialities and weaknesses in the waste management process. A proposal for improvement in final destination was presented, inserting the cost of the treatment of RCCs if recycling management was adopted in the municipality. This change resulted in a reduction in the cost of the destination of the material generated in construction.

**Keywords:** Construction Waste, Management, Aracruz, Conama, Civil Construction.

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Volume global de RCC coletados pelos municípios no Brasil. ....	17
Tabela 2 - Toneladas de RCC no processo de coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba no município de Aracruz nos anos de 2015 a 2017. ....	29
Tabela 3 - Toneladas de RCC no processo de coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes no município de Aracruz nos anos de 2015 a 2017. ....	29

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Total global em toneladas de RCC no município de Aracruz.....	30
Gráfico 2 - Custo da destinação final na modalidade coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba município de Aracruz. ....	36
Gráfico 3 - Custo da destinação final na modalidade de coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes no município de Aracruz. ....	37
Gráfico 4 - Custo global de destinação final dos resíduos de construção civil no município de Aracruz.....	38

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Modelo de caçamba estacionária. ....	20
Figura 2 - Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes. ....	27
Figura 3 - Coleta e transporte de resíduos inertes via caçambas. ....	27
Figura 4 - Fluxograma de síntese do gerenciamento no município de Aracruz. ....	28
Figura 5 - Maquinário McCloskey S130 Screener: trituração e separação dos resíduos pela granulométrica do material. ....	31
Figura 6 - Área de depósito do material sem separação de resíduos produtivos e improdutivos para o setor. ....	32
Figura 7 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos vermelhos. ....	33
Figura 8 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos cinza. ....	33
Figura 9 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos no pátio da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME. ....	34
Figura 10 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos no pátio da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME. ....	34
Figura 11 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos no pátio da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME. ....	35
Figura 12 – Campanha da Prefeitura Municipal de Aracruz. ....	40

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Classificação e destinação dos Resíduos da Construção Civil. ....	16
Quadro 2 - Roteiro para elaboração do projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. ....	19
Quadro 3 - Formas de acondicionamento de resíduos .....	21
Quadro 4 - Usos de agregados na construção civil .....	23

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1. INTRODUÇÃO .....	12
1.2. JUSTIFICATIVAS .....	13
1.3. ESTRUTURA DA PESQUISA .....	13
1.4. OBJETIVOS .....	14
1.4.1. Objetivo Geral .....	14
1.4.2. Objetivos Específicos .....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1. Definições e classificação dos resíduos sólidos da construção civil (RCC) .....	15
2.2. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil .....	17
2.2.1. Parâmetros Gerais .....	17
2.2.2. Acondicionamento e Armazenamento .....	20
2.2.3. Transporte dos resíduos de construção civil .....	22
2.2.4. Destinação final e Tratamento dos RCC .....	22
<b>3. METODOLOGIA DE ESTUDO .....</b>	<b>24</b>
<b>4. MANEJO E COLETA DOS DADOS NO MUNICÍPIO DE ARACRUZ.....</b>	<b>26</b>
4.1. Processo de manejo dos resíduos sólidos na construção civil no município de Aracruz .....	26
4.2. Dados quantitativos dos resíduos sólidos da construção civil no município de Aracruz .....	28
4.3. Reciclagem de resíduos da construção civil nas instalações da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME .....	30
4.4. Análises dos custos: Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME x Aterro .....	35
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

A NBR 10.004 define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 2004).

Em agosto de 2010 foi criada a Lei nº 12.305, no qual foi instituído a Política Nacional de Resíduos Sólidos, normatizando a destinação final dos resíduos sólidos, assim como todo o processo de gerenciamento, abordando os seus princípios, objetivos e instrumentos a serem cumpridos, incluindo ainda as disposições sobre as responsabilidades dos geradores desses resíduos e do poder público (MMA, 2011).

Deve ser observada uma ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (MMA, 2011).

A indústria da construção civil é considerada no setor econômico um dos pilares estratégicos para o desenvolvimento da economia brasileira, sendo responsável por 18,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do país (CUNHA, 2017)

Apesar de alguns resíduos da construção civil serem considerados de baixa periculosidade, os mesmos representam entre 50 a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos, sendo responsáveis por grande volume de resíduos, podendo ser submetidos a estudos que visam diminuir o volume da sua disposição final em aterros e propor soluções que gerem produtos recicláveis oriundos dos mesmos (IPEA, 2012).

O município de Aracruz encontra-se em crescente desenvolvimento com grandes empreendimentos sendo construídos ou ampliados, desta forma existe a preocupação quanto a destinação dos resíduos produzidos nestas obras. Como o manejo dos resíduos sólidos está em função do poder público municipal, torna-se necessário um estudo que diminua os impactos relacionados à administração pública e os custos referentes à destinação final.

## 1.2. JUSTIFICATIVAS

O crescimento na urbanização originou inúmeras preocupações quanto a destinação do volume de resíduos gerados em atividades de construção, reparos e demolição de edificações e infraestrutura urbanas, sujeitando aos gestores públicos buscar soluções eficazes para a gestão desses resíduos (PINTO, 1999).

O município de Aracruz é exemplo do desenvolvimento urbano, com estimativa de quase 100 mil habitantes para o ano de 2017 (IBGE, 2010) e com grandes empreendimentos sendo construídos, como shoppings, edifícios residenciais e supermercado de grande porte, sendo necessário o estudo quantitativo de resíduos gerados, além do conhecimento e da influência do mesmo, a fim de desenvolver medidas para o gerenciamento adequado com viabilidade econômica.

## 1.3. ESTRUTURA DA PESQUISA

O presente estudo iniciou-se com o primeiro capítulo, informando os objetivos, diretrizes e fundamentos utilizados na pesquisa bibliográfica da literatura de alguns autores que abordam o tema específico.

O segundo capítulo tem como abordagem a classificação dos resíduos conforme Resolução 307/CONAMA, bem como suas definições, apresentando dados históricos do quantitativo de resíduos sólidos da construção civil, abordando a quantidade de toneladas da coleta dos mesmos e etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia de estudo utilizada na pesquisa, enfatizando os métodos da coleta de informações, através de pesquisa de campo e estudos na Prefeitura Municipal de Aracruz e instituições privadas.

O quarto capítulo será composto com resultados do levantamento de dados de resíduos da construção civil no município de Aracruz, analisando seus componentes e sistema operacional. Além disso, retratará informações e alternativas de reaproveitamento em empresa ligada ao ramo de reciclagem de resíduos da construção civil, apresentando análise dos dados financeiros e quantitativos do município, proporcionando redução do custo.

Por fim, o quinto capítulo mostra as considerações finais sobre o trabalho apresentado, sintetizando os aspectos gerais sobre o gerenciamento em Aracruz.

#### 1.4. OBJETIVOS

##### 1.4.1. Objetivo Geral

Este trabalho possui como motivação apresentar proposta de minimização de custo no processo de destinação final dos resíduos gerados na construção civil no município de Aracruz.

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Pesquisar referencial bibliográfico sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil (RCC), identificar as formas de coleta, acondicionamento, segregação, tratamento, transporte e disposição final;
- Apresentar a atual situação dos resíduos no município de Aracruz;
- Levantar dados quantitativos dos resíduos gerados;
- Identificar dificuldades encontradas pela prefeitura municipal;

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Definições e classificação dos resíduos sólidos da construção civil (RCC)

O principal marco regulatório para a gestão dos RCC é a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) e a Lei nº 12.305/2010, chamada de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que dispõe sobre as responsabilidades dos municípios em implementarem seus planos de gerenciamento integrado de RCC, bem com diretrizes, critérios e procedimentos para o manejo adequado destes resíduos.

São considerados resíduos da Construção Civil:

Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes de 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. (Artigo 2º, Resolução nº 307 (2004) – CONAMA)

De acordo com o CONAMA Resolução nº 307, os projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil deverão contemplar as seguintes etapas:

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

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que sejam possíveis, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido no Projeto de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil.

O equilíbrio entre a produção e a precaução ambiental tornou-se uma premissa básica de qualidade de vida e de preservação do planeta para as futuras gerações. Desta forma, a resolução foi elaborada com o objetivo de minimizar os impactos na degradação do meio ambiente, definindo regras de classificação dos tipos de resíduos gerados nas construções e, ainda, o manejo e destino final ambientalmente correto, conforme demonstra o Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação e destinação dos Resíduos da Construção Civil.

Classe	Origem	Tipo de Resíduo	Destinação
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	De pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de operações de terraplenagem. Da construção, demolição reformas e reparos de edificações	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da Construção Civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
B	Resíduos recicláveis com outras destinações.	Plásticos, gesso, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, 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 a sua reciclagem ou recuperação.	Não especificado pela resolução	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Resíduos perigosos oriundos de processo de construção, demolições, reforma e reparo, enquadrados como classe 1 na NBR10004	Tintas, solventes, óleos, amianto. Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Adaptação do (CONAMA, 2002)

A preocupação que se tem quanto à geração dos RCC é o seu destino final, sendo comum a prática de sua disposição em lugares irregulares, com a deposição em vias públicas, lotes, rios e outros. A eliminação dos “lixões”, locais onde o lixo é destinado sem tratamento ou triagem, é uma das finalidades principais do PNRS, entretanto até o ano de 2014, muitos municípios brasileiros ainda continuaram a não cumprir a lei. No mesmo ano era esperado 100% de eliminação de RCC em aterros Classe A, reservando os resíduos para usos futuros, o que formentaria o mercado de reciclagem dos resíduos e alavancaria o cenário atual nacional da construção civil (BRASILEIRO, 2015).

A falta do uso de boas práticas e das políticas existentes para a destinação do grande volume dos RCC tem desafiado os gestores públicos e o setor privado no sentido de encontrar soluções para este problema, buscando minimizar os danos ao meio ambiente, e com isso colocando em pauta a reutilização ou reaproveitamento dos resíduos, e em contrapartida evitar a utilização excessiva dos recursos naturais (MARINHO, 2017).

## 2.2. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil

### 2.2.1. Parâmetros Gerais

No Brasil, a gestão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) esteve à função do poder público, que encontram várias falhas na limpeza e transporte, depositados em locais inadequados, como calçadas, áreas públicas, canteiros, ruas, praças e até em leitos de rios.

Os resíduos da construção civil representam entre 50 a 70% da massa dos resíduos urbanos, sendo estimado uma quantidade anual de 45 milhões toneladas, gerando em torno de 218 kg/habitante (ABRELPE, 2015).

O conhecimento técnico é necessário e essencial para a correta segregação e destinação dos materiais. Cada município deve conhecer o quantitativo de material descartado para melhor gerenciamento. Segundo o levantamento da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), apresentado na Tabela 1, observa-se que no ano de 2015 a quantidade de resíduos sólidos da construção civil coletados pelas prefeituras aumentou aproximadamente 1,17% em comparação com o ano de 2014.

Tabela 1 - Volume global de RCC coletados pelos municípios no Brasil.

Região	2014	2015
	RCC coletado (t/dia) / índice (Kg/hab/dia)	RCC coletado (t/dia) / Índice (Kg/hab/dia)
BRASIL	122.262 / 0,603	123.721 / 0,605

Fonte: (ABRELPE, 2015).

O artigo 5º da Resolução 307 (CONAMA, 2002) determina que os municípios brasileiros implantem o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da

Construção Civil (PGIRCC), como seus respectivos programas e projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil. Segundo o artigo 6º da mesma resolução, esse plano deverá conter as seguintes normativas:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores; (nova redação dada pela Resolução 448/12)

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação (ARTIGO VI, RESOLUÇÃO Nº307 (2002) – CONAMA).

O programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil deve ser criado, implementado e coordenado pelos municípios, estabelecendo diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local (MAIA, 2009).

Ainda segundo (MAIA, 2009), para criação desse programa que compõe o PGIRCC, o setor público municipal pode seguir as seguintes etapas básicas:

a) Formação de equipe técnica: deverá criar, implantar e coordenar o programa de forma multidisciplinar. Desenvolvendo treinamento e capacitação dos atuantes responsáveis diretamente pela operacionalização do programa, como funcionários da prefeitura, associação de catadores e/ou carroceiros etc.;

b) Elaboração do diagnóstico da situação atual dos RCC: levantamento quantitativo e qualitativo obtido e análises das possíveis condições de acondicionamento dos resíduos.

Após o término das etapas, a equipe técnica deve elaborar o programa que fará parte integrante do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC. As etapas de implantação e coordenação deverão ser realizadas posteriormente.

Na etapa de projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil são elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados dentro do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. O Quadro 2 abaixo contempla o roteiro para elaboração do projeto.

Quadro 2 - Roteiro para elaboração do projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil.

Etapas	Definição
1) Caracterização dos resíduos sólidos	Classificar de acordo com a Resolução Conama 307/2002 Estimar a geração média semanal de resíduos sólidos por classe e tipo (m <sup>3</sup> ou kg) Descrever procedimento a serem adotados para a quantificação diária dos resíduos por classe/tipo
2) Minimização dos resíduos	Descrever os procedimentos a serem adotados para minimização dos resíduos por classe/tipo
3) Segregação na origem	Descrever os procedimentos a serem adotados para segregação dos resíduos por classe/tipo
4) Acondicionamento/Armazenamento	Descrever os procedimentos a serem adotados para o acondicionamento dos resíduos por classe/tipo Identificar em planta os locais destinados à armazenagem de cada tipo de resíduo Informar o sistema de armazenamento dos resíduos, identificando as características construtivas dos equipamentos e/ou abrigos (dimensões, capacidade volumétrica)
5) Transporte	Identificar os responsáveis pela execução da coleta e do transporte dos resíduos gerados na obra, os tipos de veículos e equipamentos a serem utilizados, horário de coleta, frequência e itinerário
7) Destinação dos resíduos	Indicar a unidade de destinação para cada classe/tipo de resíduo Indicar o responsável pela destinação dos resíduos (próprio gerador, município ou empresa contratada)

Fonte: (MAIA, 2009).

Além das medidas que o Governo Federal vem tomando em relação aos resíduos, o Estado do Espírito Santo tem elaborado leis para auxiliar na gestão dos resíduos sólidos produzidos no Estado, e com destaque a Lei nº 9.096/08, relacionada à Política Estadual de Saneamento Básico (PESB) e a Lei nº 9.264/09, que institui a Política Estadual de Resíduos (IBAM, 2009).

Os principais geradores de resíduos sólidos da construção civil deverão apresentar os seus projetos ao município a fim de adquirir liberação para executar os seus projetos. Quando esses grandes geradores necessitam de licenciamento ambiental, os projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil devem ser apresentados ao órgão no momento do licenciamento (GAEDE, 2008).

### 2.2.2. Acondicionamento e Armazenamento

As caçambas estacionárias são estruturas metálicas com capacidade de volume de aproximadamente 5 m<sup>3</sup>, conforme mostra a Figura 1. As mesmas são recomendadas quando se tem um acondicionamento de resíduo cujo volume gerado na obra seja apreciável, como os resíduos da Classe A. Sua mobilização e desmobilização são realizadas por caminhões-caçamba, que transportam a caçamba à localidade aonde será realizado a segregação, tratamento dos resíduos ou destinação final (SOUZA, 2007).

Figura 1 - Modelo de caçamba estacionária.



Fonte: (Souza, 2007).

De acordo com o (NAGALLI, 2014) e conforme o Quadro 3, no acondicionamento sugere-se a adoção de cuidados para atender as legislações ambientais e normas vigentes, além da segurança.

Quadro 3 - Formas de acondicionamento de resíduos

Resíduos	Forma de acondicionamento
Bloco de concreto, bloco cerâmico, argamassa, outros componentes assemelhados	Em pilhas montadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos.
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arame etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia ou em fardos
Gesso de revestimento, placa a cartonada e artefatos	Em pilhas montadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos.
Solos	Eventualmente em pilhas, mas, preferencialmente, para imediata remoção (carregamento dos caminhões ou caçambas estacionárias logo após a remoção dos resíduos de seu local de origem).
Polietileno expandido (EPS – isopor)	Em pequenos pedaços: sacos de ráfia. Em placas: formar fardos.

Fonte: Adaptado de (NAGALLI, 2014).

O armazenamento correto dos diversos materiais obedece alguns critérios que garantam a boa distribuição e organização destes estoques intermediários, bem como: classificação; frequência de utilização; empilhamento máximo; distanciamento entre as fileiras; alinhamento das pilhas; distanciamento do solo; separação, isolamento ou envolvimento por ripas, papelão, isopor etc. (no caso de louças, vidros e outros materiais delicados, passíveis de riscos, trincas e quebras pela simples fricção); preservação da limpeza e desumidificação do local (visando principalmente a conservação dos ensacados); aproximação entre estoque e locais de consumo (SINDUSCON, 2015).

### 2.2.3. Transporte dos resíduos de construção civil

O transporte é a retirada dos resíduos dos locais de origem, e através da logística transportar para as áreas de transferências, tratamento ou diretamente para o destino final.

Uma logística bem elaborada e executada, além de ter uma organização na obra, reduz o custo de gerenciamento dos RCC e melhora a segurança dos trabalhadores. Sendo que a maioria dos transportes desses resíduos acontecem por meio de contratos de empresas prestadores serviços e devem ser previstos os tipos de resíduos, a frequência e o custo unitário, além de analisar as leis ambientais vigentes, em cada região (NAGALLI, 2014).

### 2.2.4. Destinação final e Tratamento dos RCC

Segundo o (MONTEIRO, 2001), o tratamento dos resíduos reduz a quantidade ou minimiza os potenciais poluidores do meio ambiente, seja esse processo transformando os RCC em material inerte ou estável biologicamente.

Favorecer um resíduo é colocá-lo em processos que tenham com objetivo, retorná-lo a condições de uso como matéria-prima. A reutilização do material ocorre sem a transformação do resíduo utilizado, já a reciclagem advém do consumo do material com a transformação. Sendo assim a reciclagem é um processo que por sua vez possibilita a inserção do material inerte em outra cadeia de produção. No processamento do material na reciclagem, o produto entra na fase de demolição, seguido de peneiramento e separação do material transformado (NAGALLI, 2014). Sendo que os agregados originários desses processos, podem ser utilizados em diversos usos, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Usos de agregados na construção civil

<b>Produto</b>	<b>Características</b>	<b>Principais usos</b>
Areia	Diâmetro máx. < 4,8 mm (de blocos de concreto e concreto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Argamassa para assentamento</li> <li>• Contrapiso</li> <li>• Bloco de vedação</li> </ul>
Pedrisco	Diâmetro máx. < 6,3 mm (de blocos de concreto e concreto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artefatos de concreto</li> <li>• Piso intertravado</li> <li>• Guia</li> <li>• Bloco de vedação</li> </ul>
Brita 1 ou 2	Diâmetro máx. <39,0 mm (de blocos de concreto e concreto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto sem funções estruturais</li> <li>• Obra de drenagem</li> </ul>
Bica Corrida	Diâmetro máx. <63,0 mm (de resíduos de construção civil)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub-base e base de pavimentos rodoviários</li> <li>• Regularização de vias não pavimentadas</li> </ul>
Rachão	Diâmetro máx. <150,0 mm (de resíduos de construção civil)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substituição de solo</li> <li>• Terraplanagem</li> <li>• Drenagem</li> </ul>

Fonte: (LEVY, 1997).

As características dos resíduos estão diretamente ligadas as condições técnicas de aproveitamento ou reciclagem do material. Matérias-primas de resíduos de construção civil necessitam ser triadas com identificação, classificação e separação (NAGALLI, 2014).

### 3. METODOLOGIA DE ESTUDO

Esta pesquisa tem como referência um estudo de caso, desenvolvido através de pesquisa empírica, por fontes diretas que vivenciam e tem conhecimento sobre o tema, além de dados reais sobre o manejo dos resíduos sólidos da construção civil no município de Aracruz/Espírito Santo.

O trabalho é caracterizado como pesquisa aplicada, posto que se espera que os resultados sejam aplicados para a melhoria do manejo dos resíduos. De acordo com (GANGA, 2012), “[...] a pesquisa aplicada busca gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos a soluções de problemas específicos. Esta, por sua vez, envolve verdades e interesses locais”.

Para o desenvolvimento do estudo, foram utilizados dados coletados durante visitas à Prefeitura Municipal de Aracruz, realizadas entre os meses de setembro a outubro de 2017, a partir de abertura de processo e entrevista semiestruturada com a gerência da Secretaria Municipal de Transporte e Serviços Urbanos (SETRANS) da referida prefeitura. Além de visita técnica na operadora responsável pelos serviços de varrição no presente contrato, a empresa S.A Serviços de Limpeza e Soluções Ambientais Eireli ME. Com embasamento no objetivo, para condução da pesquisa, foram abordadas as seguintes questões:

- Quantidade de RCC, em toneladas, referentes aos anos de 2015 a 2017 da coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes e coleta via caçambas.
- Como é realizada a coleta, transporte e destinação final desses resíduos?
- Quais as dificuldades encontradas no manejo dos resíduos no município?
- A prefeitura está buscando novas soluções para a destinação correta dos resíduos? Ou reaproveitamento/reciclagem dos entulhos?

A busca por informações do setor de inovações no gerenciamento dos resíduos teve caráter exploratório das empresas relacionadas com a melhoria no processo de reaproveitamento ou reciclagem dos resíduos, a fim de minimizar custos. Para a coleta

de dados sobre o assunto, foi realizada uma visita técnica na empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, no mês de agosto de 2017.

Quanto à forma de abordagem do problema, foi descrito o processo de manejo realizado pelo município de Aracruz, incluindo análise aprofundada através de método quantitativo dos dados, utilizando técnicas estatísticas.

#### **4. MANEJO E COLETA DOS DADOS NO MUNICÍPIO DE ARACRUZ**

##### **4.1. Processo de manejo dos resíduos sólidos na construção civil no município de Aracruz**

Como visto nos capítulos anteriores, os resíduos da Construção Civil devem receber coleta e destinação adequada e caso não ocorram corretamente, acabam trazendo transtornos ao município e ao meio ambiente. Desta forma, o Município de Aracruz criou o Plano Municipal de Saneamento Básico, no ano de 2016, seguindo a Resolução nº 307 do CONAMA que determina:

“Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.” (BRASIL, RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002).

No município de Aracruz a coleta é proveniente de caçambas agendadas pela população na SETRANS (Secretária de Transportes e Serviços Urbanos), ou por meio de coleta em “pontos viciados”, onde há foco desse tipo de resíduos (PMA, 2017).

Todos os custos com a coleta e destinação final desses resíduos são assumidos pela administração pública. Uma das características de interferência na produtividade, eficiência e conseqüentemente no custo são as barreiras contratuais que estabelecem condições particulares, em face do contrato ser gerido por valor global.

Segundo entrevista realizada na Prefeitura, o agendamento das caçambas é realizado pela SETRANS gratuitamente e semanalmente encaminhado para empresa operadora dos serviços de limpeza urbana do município. As caçambas ficam disponíveis ao munícipe no prazo de 48 horas, para casas situadas na SEDE do município, e 72 horas para casas situadas na orla ou nos distritos.

Conforme mostrado nas figuras 2 e 3 a seguir, os sistemas de coletas realizadas no município no ano de 2017 são obtidos por processo de coleta mecanizada (Figura 2), utilizando trator Pá-Carregadeira e um caminhão basculante retirando os entulhos de construção em “pontos viciados” e coleta via caçamba estacionária (Figura 3) em pontos agendados na SETRANS.

Figura 2 - Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes.



Fonte: (S.A Serviços de Limpeza e Soluções Ambientais Eireli - ME, 2017).

Figura 3 - Coleta e transporte de resíduos inertes via caçambas.



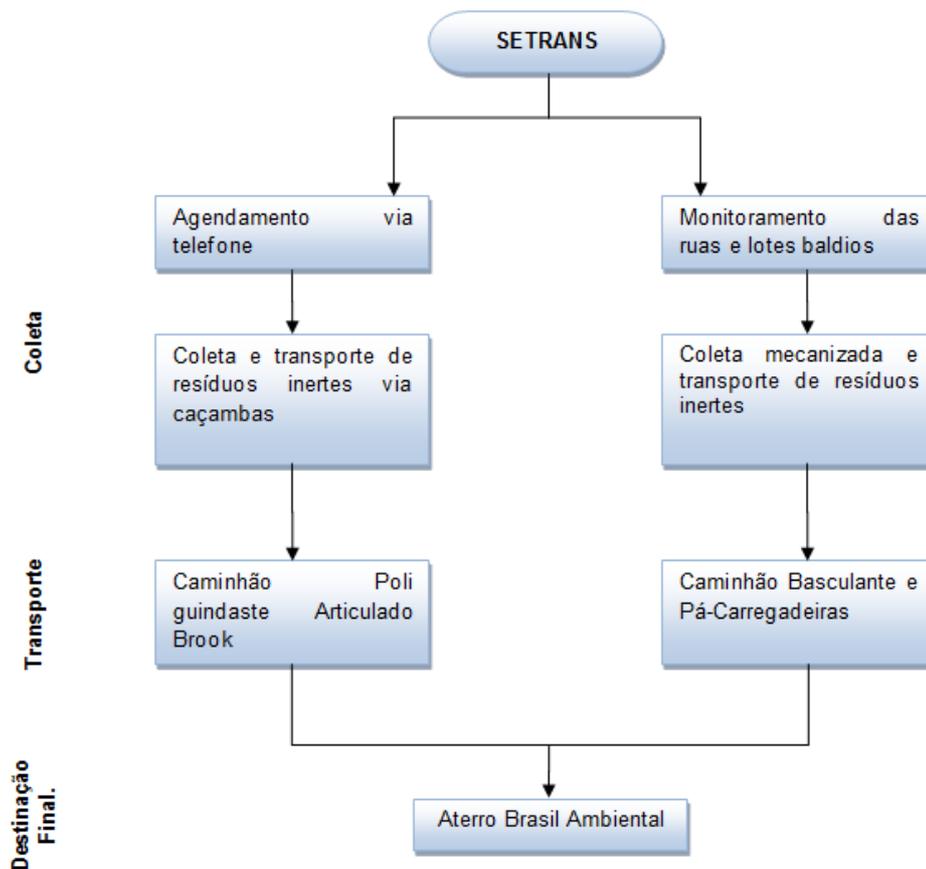
Fonte: (S.A Serviços de Limpeza e Soluções Ambientais Eireli - ME, 2017).

No município está instalada uma Central de Tratamento de Resíduos (CTR) localizada na empresa Brasil Ambiental Ltda. Na mesma encontram-se equipamentos de trituração de resíduos de alto desempenho. Todos os resíduos provenientes das coletas vão para esse centro. O material recolhido é encaminhado para o aterro da Central de Tratamento de Resíduos (CTR) da Brasil Ambiental e é realizada a destinação final dos resíduos. O município ainda não possui recursos para melhoria na destinação destes materiais. As caçambas não chegam ao aterro com apenas

materiais de construção civil, a população aproveita as caçambas para descartar móveis da casa, como sofás, mesas e cadeiras que não são utilizadas, além de galhos e folhas de árvores.

A Figura 4 apresenta uma síntese de todo o processo de manejo do material que é recolhido no município de Aracruz, tendo representado as três fases: a coleta, o transporte e a destinação final dos resíduos de construção civil.

Figura 4 - Fluxograma de síntese do gerenciamento no município de Aracruz.



Fonte: (Próprio Autor, 2017).

#### 4.2. Dados quantitativos dos resíduos sólidos da construção civil no município de Aracruz

O diagnóstico dos dados no município de Aracruz foi retirado da planilha de coleta de resíduos inertes em anexo A, fornecida através de entrevista na SETRANS. Os elementos quantitativos do volume de resíduos foram extraídos das medições das

empresas operadoras do serviço de coleta, transporte e destinação final, autorizados pela Prefeitura para pagamento dos anos referentes a 2015, 2016 e até setembro de 2017.

De acordo com a Tabela 2, nota-se que houve aumento na quantidade de resíduos coletados durante o período de 2015 a 2016, porém, no período de janeiro a setembro de 2017 não houve um significativo aumento, visto que os dados disponíveis já excederam mais da metade dos meses do ano referido e não se chegou à metade da quantidade coletada nos anos anteriores.

Tabela 2 - Toneladas de RCC no processo de coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba no município de Aracruz nos anos de 2015 a 2017.

Toneladas de RCC no processo de coleta e transporte de resíduos inertes via caçambas		
2015	2016	Janeiro a Setembro/2017
12.373,82 ton	12.976,87 ton	6.266,30 ton

Fonte: (Próprio Autor, 2017).

No processo de coleta mecanizada e transporte dos resíduos inertes o balanço quantitativo ocorreu da mesma forma durante o período de 2015 a 2016, contudo a quantidade gerada e lançada em locais irregulares acompanha os anos anteriores, conforme mostrado na Tabela 3. Essa informação é preocupante para o município, pois posiciona que a população continua com a mesma cultura inserida nos anos anteriores, de lançar esses resíduos em lugares inapropriados.

Tabela 3 - Toneladas de RCC no processo de coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes no município de Aracruz nos anos de 2015 a 2017.

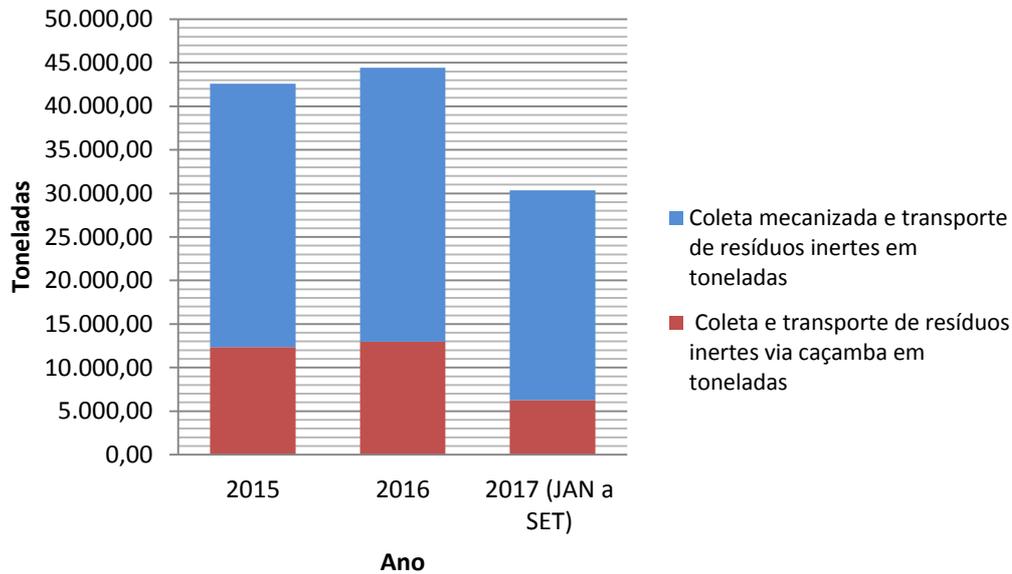
Tonelada de RCC no processo de coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes		
2015	2016	Janeiro a Setembro/2017
30.222,94 ton	31.439,41 ton	24.098,53 ton

Fonte: (Próprio Autor, 2017).

Em suma o Gráfico 1 apresenta o total global em toneladas desses resíduos, sendo no ano de 2015 registrados 42.596,76 toneladas de resíduos lançados no aterro licenciado, no ano 2016 foram 44.416,28 toneladas e no ano de 2017 (janeiro a

setembro) foram recebidos pelo aterro 30.364,83 toneladas de RCC. A tendência do crescimento quantitativo de RCC se mantém, analisando as tabelas 2 e 3 em relação ao Gráfico 1.

Gráfico 1 – Total global em toneladas de RCC no município de Aracruz.



Fonte: (Próprio Autor, 2017)

O total global de RCC depositado em aterro no município é de 117.377,87 toneladas, sendo que o mesmo é custeado pelo setor público e que poderia utilizar a reciclagem para reduzir a quantidade desse material em aterro.

#### 4.3. Reciclagem de resíduos da construção civil nas instalações da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME

Tendo em vista a legislação ambiental, sobretudo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Resolução 307 (CONAMA, 2002), a empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, localizada no município de Vila Velha, recebe diversos tipos de materiais advindos da construção civil, tais como argamassa, blocos, tijolos, telhas de concreto, concreto e material cerâmico, transformando os rejeitos da construção em materiais reaproveitados na indústria.

Com a licença de operação emitida em 2013, a empresa vem buscando novas tecnologias para a preparação e segregação dos materiais que são utilizados na reciclagem. Visando a praticidade e economia na mão de obra, e no custo de manutenção de equipamentos, a Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos

LTDA-ME incorporou em seu empreendimento um maquinário (McCloskey S130 Screener), que tritura e separa os resíduos de construção civil, o equipamento é importado da empresa europeia, McCloskey International Limited.

Figura 5 - Maquinário McCloskey S130 Screener: trituração e separação dos resíduos pela granulométrica do material.



Fonte: (Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, 2017)

O empreendimento foi instalado atendendo as normas ABNT NBR 15.114:2004 e ABNT NBR 15.112:2004, as mesmas referentes à destinação adequada aos resíduos sólidos da construção civil, assim estabelecendo as diretrizes para o projeto, implantação e operação dos resíduos nas áreas de reciclagem e áreas de transbordo e triagem.

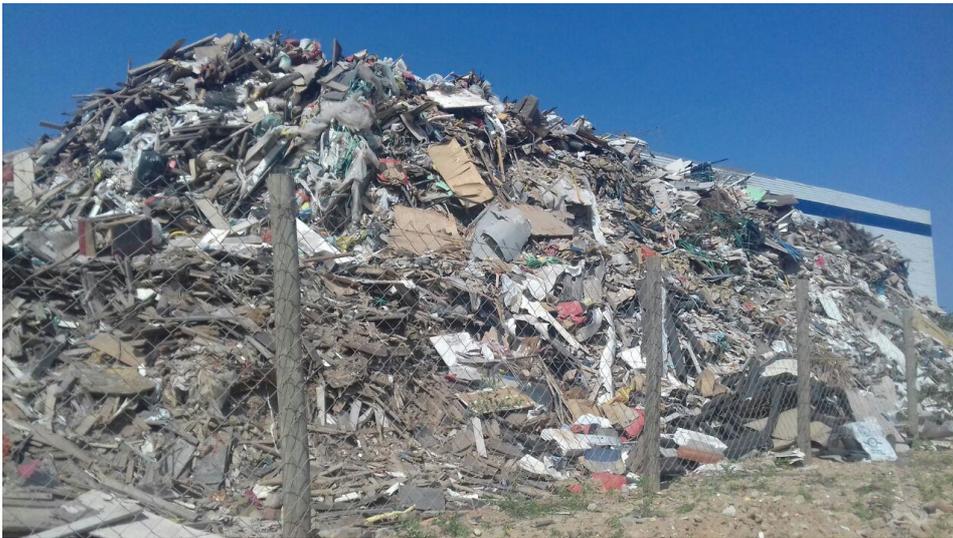
O processo de fabricação dos agregados começa com a compra do material de setores particulares, tais como residências ou construções de edifícios da região da Grande Vitória, no estado do Espírito Santo. A aquisição desse material possui um preço médio de R\$10,26 por tonelada.

Segundo dados coletados em entrevista com o sócio e proprietário da empresa, por dia são estimadas 50 caçambas, tendo visto nessa crise uma diminuição significativa. Cada caçamba estacionária possui volume médio de 6 m<sup>3</sup> de material. A empresa opera 21 dias por mês gerando em média um volume aproximado de 6.300,00 m<sup>3</sup> ou 10.773,00 toneladas de material a serem reciclados.

Uma porção desse material contém resíduos impróprios para o empreendimento, como espumas, metais, madeiras, plásticos e outros, conforme ilustrado na Figura 6.

Para segregar esse material impróprio são utilizados recursos manuais: os funcionários separam e selecionam esses objetos e acondicionam em um local, onde posteriormente são destinados a aterros ou a empresas do ramo de reciclagem. Após a separação do material produtivo e improdutivo acontece a separação do material em resíduos vermelhos e resíduos cinzas que são feitos com equipamentos mais robustos.

Figura 6 - Área de depósito do material sem separação de resíduos produtivos e improdutivos para o setor.



Fonte: (Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, 2017).

Os resíduos vermelhos são materiais que possuem em seus componentes a argila, que são entulhos vindos de alvenaria convencional (com tijolos e argamassa). Os resíduos cinza são materiais que contém somente o concreto como componente na sua estrutura, que são os entulhos de estruturas prediais e muros de arrimo. Os agregados formados dos resíduos vermelhos são utilizados em aterros e os agregados formados a partir dos resíduos cinza são incorporados na construção civil, em sub-base de estradas.

As figuras 7 e 8 mostram a diferença granulométrica dos agregados gerados através dos resíduos vermelhos e cinzas bem como a percepção granulométrica dos mesmos.

Figura 7 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos vermelhos.



Fonte: (Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, 2017)

Figura 8 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos cinza.



Fonte: (Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, 2017).

Então os rejeitos da construção civil já segregados em componentes similares são levados através de pás carregadeiras de rodas até a máquina de crivo McCloskey S130 Screener, cuja em sua função transforma o material em pó de aterro, rachão de pedra, brita 01 e brita 02.

Figura 9 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos no pátio da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME.



Fonte: (Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, 2017)

Figura 10 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos no pátio da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME.



Fonte: (Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, 2017)

Figura 11 - Amostragem granulométrica dos agregados dos resíduos no pátio da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME.



Fonte: (Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, 2017)

Todo o material reciclado é estocado no pátio da empresa, e vendido a setores da indústria de terraplanagem, aterros e construção de sub-base para estradas. Ainda em nota, o proprietário relata que os setores de construção de edifícios não veem atrativos no consumo desse material produzido, pois argumenta que a reutilização de materiais pode gerar uma imagem distorcida dos empreendimentos, acarretando perdas nas vendas dos imóveis.

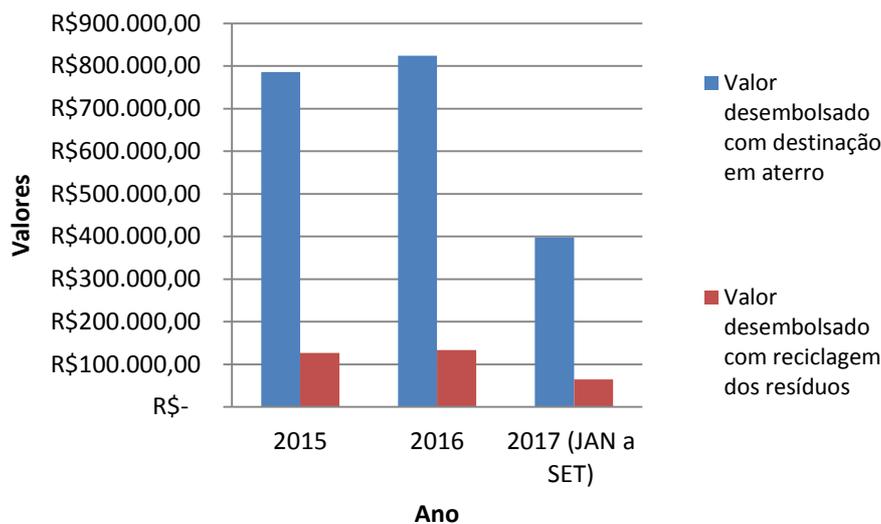
#### 4.4. Análises dos custos: Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME x Aterro

Para critério comparativo dos dois processos de gerenciamento dos resíduos da construção civil, foram elaborados gráficos com o intuito de constatar qual método apresenta melhor eficiência na gestão e significativa redução no custo de destinação final, informando o valor pago aproximado na destinação final pela prefeitura do município de Aracruz nos anos de 2015, 2016 e no período de janeiro a setembro de 2017, e o valor que seria desembolsado caso tivessem adotado o plano de reciclagem da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME.

Os gráficos foram elaborados de acordo com os dados de toneladas de resíduos das medições das empresas responsáveis. Para a gestão visando à reciclagem dos resíduos, foi usado como referência o custo unitário fornecido em entrevista pela

empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME multiplicado pela quantidade total de resíduos por ano. Já a gestão de destinação em aterro, o valor da quantidade total foi multiplicado pelo valor unitário fornecido em entrevista pela empresa operadora de serviços de manejo dos resíduos no município de Aracruz. As planilhas com os cálculos seguem em anexo neste trabalho.

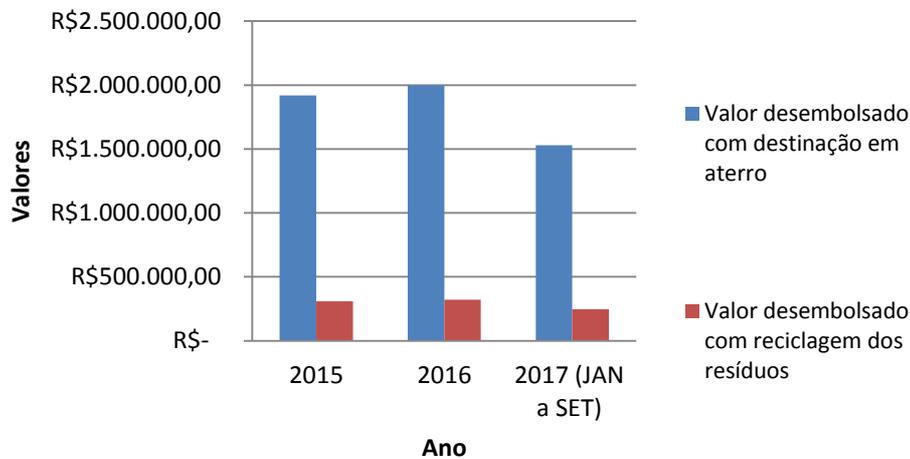
Gráfico 2 - Custo da destinação final na modalidade coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba município de Aracruz.



Fonte: (Próprio Autor, 2017).

Conforme apresentação no Gráfico 2, para a coleta dos resíduos inertes via caçamba o valor que seria desembolsado pela prefeitura nos anos referentes seria de R\$ 785.737,57 no ano de 2015, já em 2016 de R\$ 824.031,25, e nos meses de janeiro a setembro de 2017 seria de R\$ 397.910,05, totalizando R\$2.007.678,87 para a destinação em aterro. Para essa modalidade de serviços, com destinação final seguindo o plano da Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME o custo no ano de 2015 seria de R\$ 126.955,39, no ano de 2016 um total de R\$ 133.142,69, e de janeiro a setembro de 2017 o valor seria de R\$ 64.292,24. Sendo que, com o processo de reciclagem da Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME os valores pagos nos referidos anos seriam de R\$ 324.390,32. Uma economia aproximada de R\$ 1.683.288,55 com a mudança na destinação final.

Gráfico 3 - Custo da destinação final na modalidade de coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes no município de Aracruz.

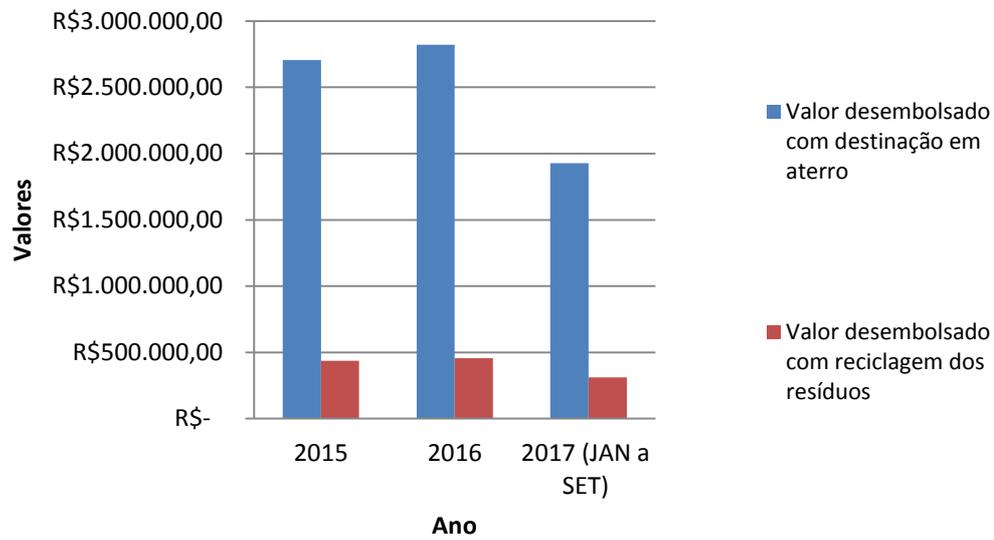


Fonte: (Próprio Autor, 2017).

O Gráfico 3 apresenta custos, dos resíduos em categoria de coleta mecanizada, no mesmo período dos dados. A prefeitura desembolsaria no ano de 2015 o valor de R\$1.919.156,69, já em 2016 o custo seria de R\$1.996.402,54, e no período de janeiro a setembro de 2017 um valor de R\$1.530.256,66, gerando um total de R\$5.445.815,88 para destinação em aterros. Para destinação final em processo de reciclagem o custo seria de R\$ 310.087,36 em 2015, R\$322.568,35 em 2016 e R\$247.250,92 no período de janeiro a setembro de 2017, totalizando R\$879.906,63 para reciclagem dos resíduos. Uma economia de aproximadamente de R\$ 4.565.909,25 com a mudança, na destinação final.

Em suma, o Gráfico 4 mostra um total global de custo, com os dois meios de coleta dos RCC, com caçambas e vias mecanizadas. O manejo atual custaria à prefeitura o valor de R\$ 7.453.494,75. Já o manejo com a reciclagem semelhante da empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, seria um total de R\$ 1.204.296,95, nos três anos. O processo geraria uma economia aproximada de R\$ 6.249.197,80 em despesas com os serviços de destinação final, de resíduos da construção civil.

Gráfico 4 - Custo global de destinação final dos resíduos de construção civil no município de Aracruz.



Fonte: (Próprio Autor, 2017).

Com isso constata-se que há um decréscimo significativo nos custos no processo de destinação final dos RCC, na modalidade de reciclagem em relação ao atual.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após análises de custos e quantitativo de resíduos coletados no município, constatamos uma economia significativa no valor da destinação final dos resíduos reaproveitados. Salientamos que não foram avaliados os custos de coleta e transporte, foram considerados como referencial apenas o valor de aquisição do material de terceiros para preço unitário.

Com essa pesquisa, concluímos que a quantidade de resíduos de construção civil teve aumento conforme os anos estudados, e o custo da destinação final dos mesmos estão acima do que poderia ser realmente efetivado. Em um ano, o quantitativo desse material cresceu mais de 4,0% em relação ao ano anterior, sendo que o custo no processo não acompanhou o crescimento proporcional. Dessa forma, houveram alterações contratuais, mudando os custos unitários por tonelada de resíduos coletados.

O manejo dos RCC no município de Aracruz vem seguindo o mesmo panorama dos anos anteriores e com a mesma metodologia de processo, o que torna um desafio aos gestores na melhoria do sistema. Desta forma, é recomendada a criação do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil (PGIRCC) no município, em cumprimento à legislação. Para isso, há necessidade de aprovação de uma lei municipal, na qual terá base para discussão dos parâmetros e deveres da parceria público-privada. Esse seria o primeiro passo para alcançar melhorias na gestão, modificando o sistema de manejo antigo em um processo que condiz com a atualidade da região e do quantitativo de resíduos coletados.

A prefeitura, em formulação de seu edital de contratação de empresa de serviços de limpeza urbana, deverá explicitar que o resíduo de construção civil deverá ser gerido através do plano proposto. Sendo que materiais provenientes da reciclagem dos mesmos deverão retornar à gestão municipal, para pavimentação de praças e estradas vicinais, construção de sarjetas, calçadas e materiais pré-moldados para obras ou manutenção de espaços públicos.

A destinação final adotaria o método de reciclagem, incluindo no edital de contratação de operadora do serviço, cotações de empresas com essa especialidade, reduzindo assim o custo nesse serviço.

Para suprir a deficiência do descarte em áreas irregulares, torna-se necessária a conscientização da população, com folders em meio físico e digital, explorando de maneira interativa os meios de coleta dos entulhos utilizados pelo setor público, bem como as consequências para à sociedade, quando esses rejeitos são acondicionados de maneira errônea.

Essa campanha de conscientização está sendo divulgada pela prefeitura, através de folders e campanhas, assim como cartilhas educacionais sobre o assunto, conforme Figura 12.

Figura 12 – Campanha da Prefeitura Municipal de Aracruz.

**CAIXA COLETORA**  
Recolhimento EXCLUSIVO dos resíduos de construção civil. O agendamento é feito toda segunda-feira, de 7h as 13h, pelo telefone 9.9717-5845. Nos distritos a Caixa será marcada nos apoios regionais.

**IMPORTANTE**  
Não jogue nas caixas coletoras: lixo doméstico, animais mortos, galhos e folhas e poda de jardins e móveis.

**USO EXCLUSIVO PARA RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**COLETA MANUAL**  
Serviço baseado na coleta de:

- Galhos de árvores
- Poda de jardins e folhas ensacoladas
- Móveis velhos (sofá, guarda-roupa, cômodas, colchões, madeira, e etc);
- Fogão, geladeira, máquina de lavar, e etc.

Para o agendamento da coleta manual basta entrar no site da PMA no link "Cidadão", clicar na opção Coleta Manual de Resíduo e preencher o formulário.

**COLETA MANUAL 3270-7975**

**COLETA MECANIZADA**  
Este serviço é realizado por uma máquina (pá carregadeira) e dois caminhões caçambas, para o recolhimento de entulhos em "pontos viciados" localizados em ruas e áreas públicas, segundo um cronograma mensal.

**COLETA DOMICILIAR**  
O resíduo domiciliar (rejeito) é recolhido nas residências do município. Para saber o horário do recolhimento em seu bairro, acesse o site da PMA, na área do cidadão e clicar na opção Coleta de resíduos domiciliar.

**NÃO JOGUE RESÍDUOS EM VIAS PÚBLICAS.**  
Caso você veja algum munícipe descartando seu resíduo de maneira inadequada faça uma denúncia anônima no setor de postura ligado para 3270-7075 ou para a Ouvidoria 3270-7050 / 0800-283-9263.

Recycle Aracruz  
Associação dos Cidadãos de Materiais Recicláveis do Município de Aracruz

SA ambiental

PREFEITURA ARACRUZ

Fonte: (PMA, 2017).

Na etapa de segregação do material, no que diz respeito a destinação final, cujo são realizados a separação dos resíduos recolhidos da construção civil e os que não são produtivos para o setor, a prefeitura buscaria capacitar pessoas para essa função. A lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 determina o incentivo à criação e ao desenvolvimento de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, desta forma, visando evitar custos e gerar renda, a prefeitura fomentaria a criação de associação ou cooperativa de catadores.

No município de Aracruz, existe o Projeto Catadores de Materiais Recicláveis, resultado do convênio nº 782753/2013. O trabalho realizado pelas associações dos catadores de lixo reutilizam os materiais recicláveis, e com a venda do produto gera renda para os catadores. Essa atividade representa uma economia para as prefeituras, transformando em produtos comerciais e retirando dos aterros sanitários.

O trabalho apresentado poderá servir de base para pesquisas futuras que abordem resíduos sólidos da construção civil em Aracruz, pois contém dados atuais de quantitativos de RCC e o processo de manejo desenvolvido pelo órgão público local, tais como: coleta, armazenamento, transporte e destinação final.

## ANEXOS

## ANEXO A: TABELA DE COLETA DE RESÍDUOS INERTES

PLANILHA DE COLETA DE RESÍDUOS INERTES EM 2015 - 2016 - 2017					
PERÍODO REFERÊNCIA	SERVIÇO	UNIDADE	TONELADAS	EMPRESA	CONTRATO
01/01/2015 à 07/03/2015	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	5.201,87	AMBITEC	203/2014
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	1.946,26		
11/03/2015 à 09/06/2015	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	4.928,67	CORPUS	071/2015
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	2892,12		
12/06/2015 à 08/12/2015	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	18.346,80	CORPUS	125/2015
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	6.770,64		
09/12/2015 à 31/12/2015	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	1.745,60	CORPUS	232/2015
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	764,8		
01/01/2016 à 05/06/2016	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	15.347,83	CORPUS	232/2015
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	6.371,58		
06/06/2016 à 02/12/2016	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	13.768,08	CORPUS	120/2016
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	5.956,59		
03/12/2016 à 31/12/2016	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	2.323,50	CORPUS	175/2016
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	648,7		
01/01/2017 à 02/03/2017	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	3.970,19	CORPUS	175/2016
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	990,77		
06/03/2017 à 01/09/2017	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	16.967,47	S.A	009/2017
	Volume excedente Coleta Mecanizada e transporte de resíduos inertes - GLOSA	tn	616,56		
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	4.422,70		
02/09/2017 à 30/09/2017	Coleta mecanizada e transporte de resíduos inertes	tn	2.544,31	S.A	081/2017
	Coleta e transporte de resíduos inertes via caçamba	tn	852,83		
TOTAL			117.377,87		

**ANEXO B: TABELAS DE CÁLCULOS DE VALORES DESEMBOLSADOS**

<b>COLETA MECANIZADA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS INERTES</b>					
<b>DADOS</b>		<b>DESTINAÇÃO EM ATERRO</b>		<b>RECICLAGEM DOS RESÍDUOS</b>	
<b>Ano</b>	<b>Toneladas</b>	<b>Valor Unitário por (ton)</b>	<b>Valor Desembolsado</b>	<b>Valor Unitário por (ton)</b>	<b>Valor Desembolsado</b>
2015	30.222,94	R\$ 63,50	R\$ 1.919.156,69	R\$ 10,26	R\$ 310.087,36
2016	31.439,41	R\$ 63,50	R\$ 1.996.402,54	R\$ 10,26	R\$ 322.568,35
2017 (JAN a SET)	24.098,53	R\$ 63,50	R\$ 1.530.256,66	R\$ 10,26	R\$ 247.250,92
		<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 5.445.815,88</b>	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 879.906,63</b>

<b>COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS INERTES VIA CAÇAMBA</b>					
<b>DADOS</b>		<b>DESTINAÇÃO EM ATERRO</b>		<b>RECICLAGEM DOS RESÍDUOS</b>	
<b>Ano</b>	<b>Toneladas</b>	<b>Valor Unitário por (ton)</b>	<b>Valor Desembolsado</b>	<b>Valor Unitário por (ton)</b>	<b>Valor Desembolsado</b>
2015	12.373,82	R\$ 63,50	R\$ 785.737,57	R\$ 10,26	R\$ 126.955,39
2016	12.976,87	R\$ 63,50	R\$ 824.031,25	R\$ 10,26	R\$ 133.142,69
2017 (JAN a SET)	6.266,30	R\$ 63,50	R\$ 397.910,05	R\$ 10,26	R\$ 64.292,24
		<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 2.007.678,87</b>	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 324.390,32</b>

<b>VALOR GLOBAL NA DESTINAÇÃO DOS RCC</b>					
<b>DADOS</b>		<b>DESTINAÇÃO EM ATERRO</b>		<b>RECICLAGEM DOS RESÍDUOS</b>	
<b>Ano</b>	<b>Toneladas</b>	<b>Valor Unitário por (ton)</b>	<b>Valor Desembolsado</b>	<b>Valor Unitário por (ton)</b>	<b>Valor Desembolsado</b>
2015	42.596,76	R\$ 63,50	R\$ 2.704.894,26	R\$ 10,26	R\$ 437.042,76
2016	44.416,28	R\$ 63,50	R\$ 2.820.433,78	R\$ 10,26	R\$ 455.711,03
2017 (JAN a SET)	30.364,83	R\$ 63,50	R\$ 1.928.166,71	R\$ 10,26	R\$ 311.543,16
		<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 7.453.494,75</b>	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.204.296,95</b>

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004:** Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, p. 1. 2004.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>> Acesso em julho de 2017.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário oficial nº136, Brasília, DF, 17 de julho de 2002, págs 95-96.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015. **Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário oficial nº144, Brasília, DF, 30 de julho de 2015, Seção 1, pag 109 a 110.

BRASIL, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – Relatório de Pesquisa**. Brasília, 2012.

BRASIL, 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**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03. Agosto. 2010.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Plano Nacional do Meio Ambiente**, Brasília, DF. Setembro. 2011.

BRASILEIRO, L. L. et al. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Cerâmica 61, p 178-189, 2015.

**Coleta dos Resíduos da Construção Civil de Aracruz**. Entrevista concedida pela Prefeitura Municipal de Aracruz (PMA). Aracruz, 2017.

CUNHA, Augusto et AL. **Proposta de melhoria na gestão de resíduos em uma empresa de construção civil**. Revista Fatec Zona Sul, v. 3, n.3. Edição Especial, p 46-65, abril de 2017.

ESPÍRITO SANTO, Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM). **Plano diretor de resíduos sólidos da região metropolitana da grande Vitória**. Espírito Santo, 2009. Disponível em: <[http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20121003\\_prod8\\_pdrsrmgv\\_vf.pdf](http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20121003_prod8_pdrsrmgv_vf.pdf)>. Acesso em outubro de 2017.

GAEDE, Lia Pompéia Faria. **Gestão dos resíduos da construção civil no município de Vitória/ES e normas existentes**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2008.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012.

IBGE. **Estimativa populacional Aracruz**, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=320060&idtema=130>>. Acesso em outubro de 2017.

LEVY, Salomon Mony. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MAIA, A. L., et al. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil - PGIRCC**. Minas sem Lixões, 33-34, 2009.

MARINHO, Jefferson Luiz Alves. **A parceria público-privada nas relações com os resíduos da construção civil: desafios contemporâneos fundamentados na solidariedade para a concretização de um direito fundamental ao meio ambiente equilibrado**. Dissertação (Pós graduação em Direito) - Programa de Pós graduação em Direito-Mestrado e Doutorado—Área de concentração Direitos Sociais e Políticas Públicas na linha de pesquisa em Constitucionalismo Contemporâneo da Universidade de Santa Cruz do Sul.Santa Cruz do Sul, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1621/1/Jefferson%20Luiz%20Alves%20Marinho.pdf>>. Acesso em outubro de 2017.

MONTEIRO, José Henrique Penido et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em <<http://197.249.65.74:8080/biblioteca/bitstream/123456789/573/1/manual.pdf>>.

Acesso em outubro de 2017.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

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

**Processo de reciclagem de resíduos provenientes da construção civil**. Entrevista concedida pela Empresa Natureza Viva Reciclagem de Resíduos Sólidos LTDA-ME, Vila Velha, 2017.

SINDICATO DA CONSTRUÇÃO (SINDUSCON-SP). **Gestão ambiental de resíduos da construção civil - avanços institucionais e melhorias técnicas**. 2015. Disponível em: <<https://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/09/MANUAL-DE-RES%8DDUOS-2015.pdf>>. Acesso em outubro de 2017.

SOUZA, Paula Christyan de Medeiros. **Gestão de resíduos da construção civil em canteiros de obras de edifícios multipiso na cidade do Recife/PE**. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana-PPGEU da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 2007. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp094690.pdf>>. Acesso em outubro de 2017.