

INSTITUTO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
Fluminense

MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
*MODALIDADE PROFISSIONAL*

**ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES**

**BÁRBARA PIRES DE MORAES GOMES**

MACAÉ-RJ

2024

BÁRBARA PIRES DE MORAES GOMES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Orientador(a): Dr. Romeu e Silva Neto

MACAÉ-RJ

2024

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G633a Gomes, Bárbara Pires de Moraes, 1993-.  
Análise do sistema de gestão dos resíduos de construção civil no município de Campos dos Goytacazes/ Bárbara Pires de Moraes Gomes — Macaé, RJ, 2024.  
xiii, 103 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Romeu e Silva Neto, 1968-.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Macaé, RJ, 2024.  
Inclui referências.  
Área de concentração: Sustentabilidade Regional.  
Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.


1. Resíduos como material de construção. 2. Construção civil. 3. Gestão integrada de resíduos sólidos. 4. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 5. Impacto ambiental – Brasil. I. Silva Neto, Romeu e, 1968-, orient. II. Título.

CDD 363.728 (23. ed.)

Dissertação intitulada **ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES**, elaborada por **Bárbara Pires de Moraes Gomes** e apresentada, publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFFluminense, na área concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Aprovado em: 29 de Abril de 2024.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **ROME U E SILVA NETO**  
Data: 24/05/2024 15:43:42-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Romeu e Silva Neto, Doutorado em Engenharia de Produção pela universidade Pontifícia  
Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)



---

Hélio Gomes Filho, Doutor em Políticas Públicas e Formação Humana pela Universidade do Estado  
do Rio de Janeiro (UERJ)

Documento assinado digitalmente  
 **JULIANA FADINI NATALLI**  
Data: 24/05/2024 15:05:14-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Juliana Fadini Natalli, Doutora em Engenharia Civil pela Uuniversidade Federal de Ouro Preto



## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Fluminense – IFFluminense, pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental.

Aos meus amigos de curso pelo companheirismo, acolhimento e troca de conhecimentos.

Aos meus pais, Carmem Pires de Moraes e Luís César Crespo Gomes e aos amigos íntimos pelo incentivo e apoio em todo percurso.

Ao meu orientador, Romeu e Silva Neto, pela ajuda e correções que contribuíram para realização de desta dissertação.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Campos dos Goytacazes.	2
Figura 2: Fluxograma da classificação dos resíduos sólidos de acordo com o risco ao meio ambiente e a saúde pública.	3
Figura 3: Fluxograma da classificação dos resíduos sólidos quanto á origem.	8
Figura 4: Fluxograma da Gestão integrada dos resíduos sólidos.	14
Figura 5: Dados quantitativos dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas em 2017.	20
Figura 6: Dados quantitativos dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas em 2018.	20
Figura 7: Dados quantitativos dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas em 2019.	21
Figura 8: Volume total dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas nos anos de 2017,2018 e 2019.	21
Figura 9: Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil	23
Figura 10: Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil	23
Figura 11: Descarte Irregular de RCC – Orla do Rio Paraíba do Sul em Guarus	24
Figura 12: Descarte Irregular de RCC – Bairro Alphaville	24
Figura 13: Descarte Irregular de RCC	25
Figura 14: Descarte Irregular de RCC – Pq. Guarus	25
Figura 15: Descarte Irregular de RCC – Jockey Club	25
Figura 16: Descarte Irregular de RCC	26
Figura 17: Modelo de caçamba estacionária	27
Figura 18: O uso das carroças de tração animal	28
Figura 19: O uso das carroças de tração animal	29
Figura 20: O uso das carroças de tração animal	29
Figura 21: Resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento	47
Figura 22: Propriedades físicas dos agregados reciclados.	48
Figura 23: Confecção de caixas de gordura	50
Figura 24: Confecção de pavers	50
Figura 25: Confecção de mobiliário urbano	51
Figura 26: Confecção de blocos	51

Figura 27: Esboço de Ponto de Entrega Voluntário de Entulho	54
Figura 28: Dados quantitativos dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas em 2020,2021 e 2022.	58
Figura 29: Entulhos amontoados.	59
Figura 30: Entulhos amontoados.	60
Figura 31: Caminho até o alimentador.	61
Figura 32: Equipamento alimentador vibratório.	62
Figura 33: Transportadoras.	63
Figura 34: Saída da transportadora e mesa separadora.	63
Figura 35: Final da mesa separadora	64
Figura 36: Esteira transportadora.	64
Figura 37: Martelete.	65
Figura 38: Separadora magnética.	65
Figura 39: Esteira transportadora.	66
Figura 40: Peneira separadora.	66
Figura 41: Peneira separadora e as quatro saídas dos reciclados.	67
Figura 42: Exemplos de material reciclado	67
Figura 43: Exemplos de material reciclado	68
Figura 44: Exemplos de material reciclado	68
Figura 45: Equipamento alimentador	69
Figura 46:Esteira transportadora até a peneira giratória.	70
Figura 47: Peneira giratória	70
Figura 48: Peneira de abertura de malha maior.	71
Figura 49: Peneira de abertura de malha menor.	71
Figura 50: Areia fina reciclada	72
Figura 51: Areia grossa reciclada	72
Figura 52: Descarte irregular	73
Figura 53: Descarte irregular	74
Figura 54: Uso da tração animal	74
Figura 55: Uso da tração animal	75
Figura 56: Entulhódromo no Parque Rosário.	76
Figura 57: Guarita	77

Figura 58: Área reservada para materiais recicláveis	77
Figura 59: Descarte dos resíduos.	78
Figura 60: Descarte dos resíduos.	78
Figura 61: Carroça utilizada para o descarte.	79
Figura 62: Veículo utilizado para o descarte.	79
Figura 63: Entulhódromo na Av. XV de novembro	80
Figura 64: Guarita improvisada.	81
Figura 65: Esgoto a céu aberta.	81
Figura 66: Descarte dos resíduos.	82
Figura 67: Descarte dos resíduos.	82
Figura 68: Descarte dos resíduos.	83
Figura 69: Entulhódromo na Av. Zuza Mota.	84
Figura 70: Área reservada para materiais recicláveis.	84
Figura 71: Área reservada para banheiro.	85
Figura 72: Descarte dos resíduos.	85
Figura 73: Descarte dos resíduos.	86
Figura 74: Descarte dos resíduos.	86
Figura 75: Carroça utilizada para o descarte	87
Figura 76: Veículo utilizado para o descarte	87
Figura 77: Veículos utilizado para o descarte	88
Figura 78: Entulhódromo no bairro Santa Rita	89
Figura 79: Área reservada para banheiro	89
Figura 80: Área reservada para materiais recicláveis	90
Figura 81: Descarte dos resíduos	90
Figura 82: Descarte dos resíduos	91
Figura 83: Descarte dos resíduos	91
Figura 84: Entulhódromo na Av. Newton Guaraná	92
Figura 85: Cartaz para a troca de óleo usado	93
Figura 86: Guarita e área reservada para materiais recicláveis.	93
Figura 87: Descarte dos resíduos	94
Figura 88: Descarte dos resíduos	94
Figura 89: Descarte dos resíduos	95

Figura 90: Descarte dos resíduos	95
Figura 91: Localização do aterro de inertes	97
Figura 92: Localização e camadas do aterro de inertes	97

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Localização dos Pontos de Entrega Voluntário de Entulho (PEVE) no município de Campos dos Goytacazes	30
Tabela 2: Mudanças tecnológicas ocorridas nas usinas de reciclagem no Brasil	44
Tabela 3: Desempenho dos equipamentos de britagem	46
Tabela 4: Características dos agregados através dos equipamentos.	52

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRECON- Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição

ABRELPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ARC- Agregado de Resíduo de Concreto

ARM- Agregado de Resíduo Misto

EA- Educação Ambiental

CODIN – Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA- Instituto Estadual do Ambiente

MMA – Ministério do meio ambiente

MTR- Manifesto de transporte de resíduo

NBR – Norma Brasileira

PEVE's – Ponto de Entrega Voluntária de Entulho

PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC- Resíduos de Construção Civil

RCD- Resíduos de Construção e Demolição

RS- Resíduos Sólidos

SISNANA- Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS- Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA- Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

URE- Usinas de Reciclagem de Entulho

## ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

### RESUMO

Com o modo de produção capitalista, ocorreu uma forte industrialização nas cidades ocasionando o crescimento populacional, as mudanças no padrão de consumo e as altas densidades demográficas nos centros urbanos. Estes fatores levaram a um aumento do consumo dos recursos naturais e da produção de resíduos sólidos. O setor de construção civil teve um crescimento significativo, produzindo um grande volume de resíduos de construção civil (RCC). Na maioria das vezes, o seu descarte acontece de forma irregular e desordenada, tornando-se uma complexa problemática para a administração pública e privada, visto que esse tipo de resíduo pode causar grandes danos ao meio ambiente e prejudicar a qualidade de vida da sociedade. Diante disso, é importante que a população e os estabelecimentos geradores tenham entendimento e consciência que o gerenciamento (segregação, acondicionamento, coleta, transporte e à destinação final) dos resíduos de construção civil é absolutamente necessário, assim como o desenvolvimento de soluções que visam minimizar os impactos causados pelos mesmos. Sendo assim, a presente dissertação apresenta um estudo de caso sobre o sistema de gestão dos resíduos de construção civil, no município de Campos Dos Goytacazes, no estado do Rio de Janeiro, analisando todas as etapas do gerenciamento dos resíduos, os métodos e processos utilizados na gestão desenvolvida na cidade, sendo eles: a usina de beneficiamento e britagem, os pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE) e o aterro de inertes. Além disso, o trabalho verifica e identifica os pontos positivos e negativos da administração pública e privada.

**Palavras-chave:** Resíduos de Construção Civil; Gerenciamento e Gestão dos resíduos de Construção, Usina de Reciclagem; Ponto de Entrega Voluntária de Entulho; Aterro de Inertes.

***ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE  
MUNICIPALITY OF CAMPOS DOS GOYTACAZES***

***ABSTRACT***

*With the capitalist mode of production, strong industrialization occurred in cities, causing population growth, changes in consumption patterns and high demographic densities in urban centers. These factors led to an increase in the consumption of natural resources and the production of solid waste. The construction sector has experienced significant growth, producing a large volume of construction waste (RCC). Most of the time, its disposal occurs in an irregular and disorderly manner, becoming a complex problem for public and private administration, as this type of waste can cause great damage to the environment and harm society's quality of life. In view of this, it is important that the population and generating establishments understand and are aware that the management (segregation, packaging, collection, transportation and final disposal) of civil construction waste is absolutely necessary, as well as the development of solutions that aim to minimize the impacts caused by them. Therefore, this dissertation presents a case study on the civil construction waste management system, in the municipality of Campos Dos Goytacazes, in the state of Rio de Janeiro, analyzing all stages of waste management, the methods and processes used in the management developed in the city, namely: the processing and crushing plant, the voluntary delivery points for rubble (PEVE) and the inert landfill. Furthermore, the work verifies and identifies the positive and negative points of public and private administration.*

***Keywords:*** *Civil Construction Waste; Management and Management of Construction Waste, Recycling Plant; Voluntary Debris Delivery Point; Inert Landfill.*



## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVITURAS E SIGLAS.....	viii
RESUMO.....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	1
<b>ARTIGO CIENTÍFICO 1: GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL- RCC: UM ESTUDO DE CASO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES.....</b>	<b>4</b>
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 Classificação dos Resíduos Sólidos quanto à origem.....	7
2.1.1 Definição e classificação Resíduos de Construção Civil (RCC).....	8
2.1.2 Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC).....	11
2.1.3 Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil (RCC).....	13
3 Medidas Mitigatórias.....	14
3.1 Conceitos dos 5R's.....	14
3.2 Educação Ambiental .....	15
3. MATERIAL E MÉTODO.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
<b>ARTIGO CIENTÍFICO 2: ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES.....</b>	<b>35</b>
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	38
2.1. Usinas de Reciclagem de Resíduos.....	40
2.2. As Usina de Reciclagem no Brasil.....	42
2.3- Instalação, Operação e Equipamentos Utilizados na Usina de Reciclagem.....	42
2.3.1- Instalação.....	42

2.3.2. Operação .....	44
2.3.3 Equipamentos Utilizados .....	45
2.4 Agregados Reciclados.....	47
3. Pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE).....	52
4. Aterro de Inertes	55
3. MATERIAL E MÉTODO.....	57
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
5. CONCLUSÃO.....	98
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
APÊNDICES .....	102

## APRESENTAÇÃO

A cidade de Campos dos Goytacazes encontra-se na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, localizada por volta de 279 km da capital estadual, Rio de Janeiro. O município faz parte da Região Norte Fluminense, onde também inclui os municípios de São João da Barra, São Francisco de Itabapoana, São Fidélis, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Macaé e Quissamã.

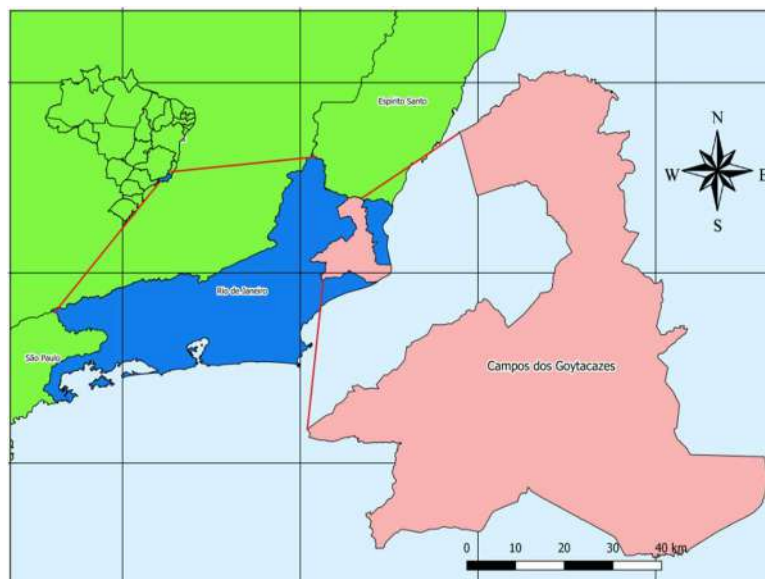
Campos dos Goytacazes possui um clima suave, um relevo ameno e uma hidrografia diversificada, tendo o Rio Paraíba do Sul passando por todo o Município e lagoas, com destaque para a Lagoa Feia e a Lagoa de Cima.

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), o município em questão é o maior do interior do estado, tendo uma área total de 4.032,487 quilômetros quadrados, equivalente a 41,3% da região Norte Fluminense e possui uma população de 483.540 habitantes em 2022.

A cidade de Campos dos Goytacazes passou por vários processos, tais como a urbanização, o aumento da demanda de concentração populacional, o aumento dos preços imobiliários e o processo de verticalização. A verticalização é um processo urbanístico bem marcante do século XX, iniciado na década de 1970 e começa a se intensificar gradativamente na década de 1980 com a construção de grandes conjuntos de prédios para moradia, possibilitado por uma série de inovações tecnológicas para a construção civil e isso só foi aumentando com o passar do tempo, ressaltando para o número de novos empreendimentos de condomínios horizontais que foram implantados no município nos últimos anos.

Diante disso, o gerenciamento dos resíduos de Construção civil precisa ser feito de maneira organizada, eficaz e eficiente. O gerenciamento é instrumento definido pela Lei 12.305 de 2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Resolução CONAMA nº 307 de 2002 e que objetiva a correta gestão dos resíduos gerados nos canteiros de obras. É do conhecimento prévio dos resíduos gerados que se definem as etapas de acondicionamento, transporte e tratamento e disposição final, levando-se em conta os critérios e diretrizes da legislação pertinente.

Figura 1: Mapa de Campos dos Goytacazes.



Fonte: Autora.

Para maior compreensão e entendimento sobre os resíduos, a Lei Nº 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de (2010), define os resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2010).

Segundo as Normas Brasileiras (NBR) 10004 (2004), para a classificação dos resíduos sólidos é preciso o conhecimento da atividade ou processo que lhes geraram, seus constituintes e suas características, e a comparação destes com listagens de substâncias impactantes ao meio ambiente e a saúde. De uma forma geral, os resíduos sólidos são classificados em perigosos e não perigosos. Sendo os definidos como não perigosos subdivididos em inerte e não inerte, de acordo com os tópicos a seguir:

- **Resíduos classe I - Perigosos;**
- **Resíduos classe II – Não perigosos;**
  - **Resíduos classe II A – Não inertes.**
  - **Resíduos classe II B – Inertes**

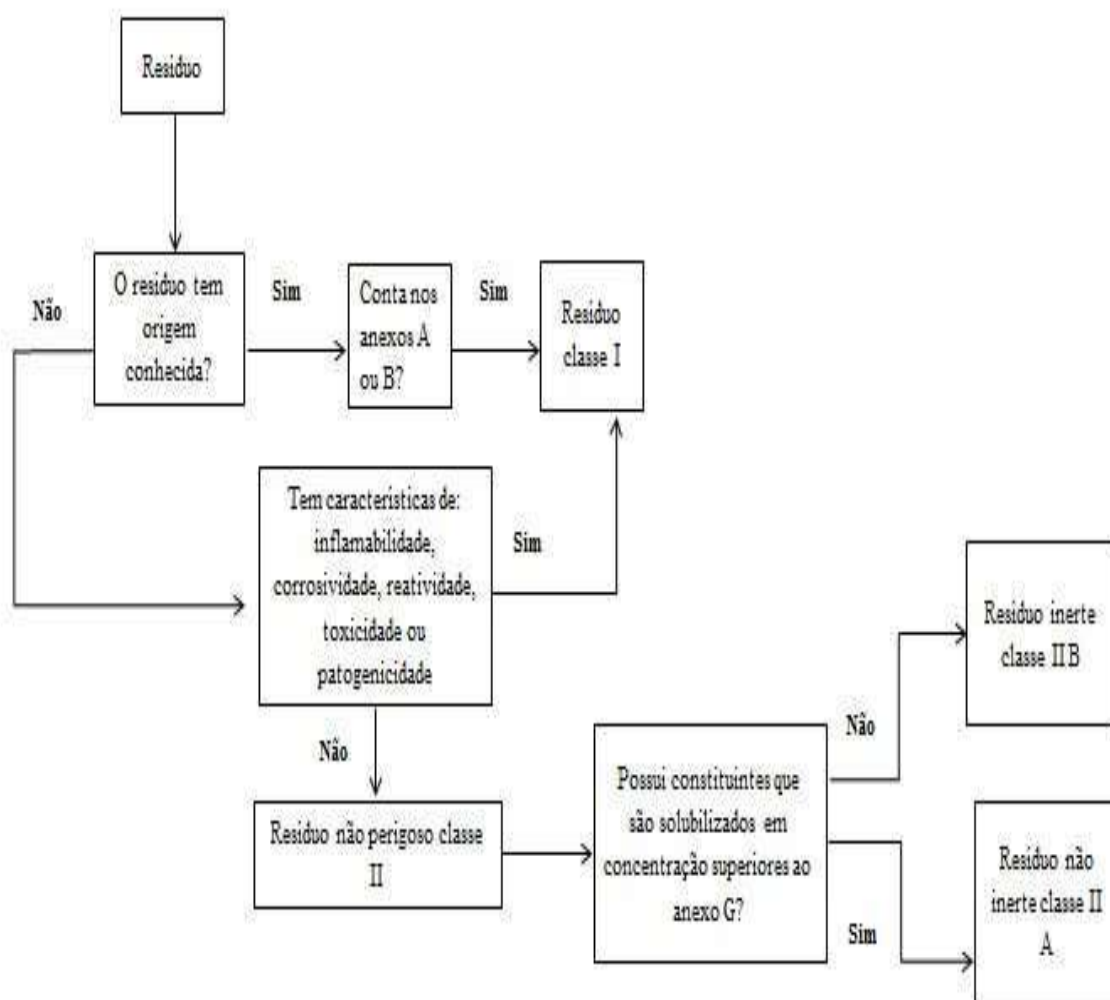
Os resíduos considerados perigosos são aqueles que exibem características de periculosidade, sejam elas físicas, químicas ou biológicas. Podem colocar em risco a saúde da população e a qualidade do meio ambiente se descartado de maneira incorreta. Apresentam características tais como:

inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e/ou patogenicidade (NBR 10004/04)

Os classificados como não perigosos, não oferecem risco de contaminação e não apresentam grau de periculosidade a saúde social. Os de classe II A - não inertes, apresentam outras propriedades, tais como: biodegradáveis, comburentes ou são solúveis em água. Já os inertes (classe II B), são aqueles que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas de acordo com suas características, ou seja, não apresentam atividades, não reagem e não são solúveis em água (NBR 10004/04).

De acordo com a figura 2, o fluxograma ilustra a classificação dos resíduos sólidos de acordo com o risco ao meio ambiente e a saúde pública:

Figura 2: Fluxograma da classificação dos resíduos sólidos de acordo com o risco ao meio ambiente e a saúde pública.



Fonte: NBR 10004/04. Adaptado pelo autor

## ARTIGO CIENTÍFICO 1

### GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL- RCC: UM ESTUDO DE CASO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES

#### *MANAGEMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE - RCC: A CASE STUDY IN CAMPOS DOS GOYTACAZES*

Bárbara Pires de Moraes Gomes - IFF Fluminense/PPEA

Orientador: Romeu e Silva Neto- Doutorado em Engenharia de Produção

### RESUMO

Desde os tempos mais primitivos, a sociedade produz resíduos sob diferentes formas, apropriando-se da natureza para satisfazer suas necessidades. O desenvolvimento industrial, as mudanças no padrão de consumo e a grande concentração populacional, acarretaram o aumento da produção de resíduos sólidos que vem ocasionando grandes danos ao meio ambiente e a qualidade de vida nos sistemas urbanos. O padrão de produção e o consumo adotado nas cidades faz com que a quantidade produzida de resíduos de construção civil aumente em larga escala. São considerados Resíduos de Construção Civil, os gerados das construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. No município de Campos dos Goytacazes, a produção média mensal é de 20.000 toneladas, por isso o gerenciamento correto desse tipo de resíduo é de extrema importância, evitando assim os riscos de contaminação ambiental e a saúde humana. Diante disso, o presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre o gerenciamento de resíduos de construção civil no município de Campos Dos Goytacazes, tendo como objetivo analisar todas as etapas desse gerenciamento, mapear os pontos de descarte irregular e verificar as ações municipais que são utilizadas para diminuir os impactos à saúde pública os impactos ambientais, identificando os pontos positivos e negativos da administração pública.

**Palavras-chave:** Campos dos Goytacazes, Gestão dos resíduos de Construção Civil, Impactos ambientais e a saúde pública.

## **ABSTRACT**

*Since the most primitive times, society has produced waste in different forms, appropriating nature to satisfy its needs. Industrial development, changes in consumption patterns and the large population concentration, resulted in an increase in the production of solid waste, which has been causing great damage to the environment and the quality of life in urban systems. The pattern of production and consumption adopted in cities causes the amount of civil construction waste produced to increase on a large scale. Civil Construction Waste is waste generated from construction, renovations, repairs and demolition of civil construction works, including those resulting from the preparation and excavation of land for civil works. In the municipality of Campos dos Goytacazes, the average monthly production is 20.000 tons, so the correct management of this type of waste is extremely important, thus avoiding the risks of environmental contamination and human health. Therefore, the present work presents a case study on the management of civil construction waste in the municipality of Campos Dos Goytacazes, with the objective of analyzing all stages of this management, mapping the irregular disposal points and verifying the municipal actions that are used. to reduce the impacts to public health the environmental impacts, identifying the positive and negative points of the public administration.*

**Keywords:** Campos dos Goytacazes, Civil Construction Waste Management, Environmental Impacts and Public Health.

## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional desordenado e as altas densidades demográficas nos centros urbanos aliado ao desenvolvimento econômico global, estão entre os principais fatores que contribuem com o aumento da geração de resíduos da construção civil. O crescente aumento no número de edificações é resultante da demanda em ascensão do mercado imobiliário (GRADIN; COSTA, 2009). Além das construções, as reformas, ampliações e demolições são outras atividades altamente geradoras de RCC.

A Lei 12.305/10 da Política Nacional de Resíduos Sólidos de acordo com o Ministério do Meio Ambiente define resíduo da construção e demolição como: “os gerados das construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010).

Os municípios brasileiros de médio e grande porte não estão estruturados para o gerenciamento de um grande volume de resíduos e não podem mais prolongar a solução para os problemas causados

por eles, então precisam começar a agir de forma mais eficaz em relação aos agentes geradores e coletores e providenciar soluções preventivas (PINTO, 1999).

A geração excessiva de resíduos é uma problemática, diante disso, “Os projetos de Gerenciamento de Resíduos da construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores (exceto pequenos) e, terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.” (CONAMA nº 307, 2002). A partir de então, o gerador fica responsável pela triagem, acondicionamento, transporte e a disposição final adequada desses resíduos (BRASIL, 2002).

Para obter um bom gerenciamento dos RCC é preciso que se faça um levantamento sobre a sua geração, sobre as suas principais propriedades e características e identificar o volume total gerado. (BERNARDES et al, 2008). Os problemas ambientais decorrentes do excesso de resíduos podem ocorrer constantemente, tais como: assoreamento de rios, entupimento de bueiros (causando eventos de inundação nas épocas de chuva), além da destruição de áreas verdes, mau-cheiro, proliferação de animais, gerando graves consequências diretas ou indiretas para a saúde (GOUVEIA, 1999).

Para tentar reduzir os impactos negativos que os resíduos podem causar à saúde pública e ao meio ambiente, novos conceitos começaram a ser implementados. Esses conceitos ficaram conhecidos como 3Rs, Reduzir, reutilizar e Reciclar (TOCCHETTO, 2005). Por muitos anos esses parâmetros nortearam o cuidado com o meio ambiente, e levantaram questões a respeito da sustentabilidade. Entretanto, no início do século XXI a política dos 3R's mudou para os 5R's. Acrescentando mais dois conceitos, que são eles: Repensar e Recusar (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

De acordo com Marques Neto (2005), “A reciclagem de resíduos de construção civil tem recebido impulsos dados as vantagens econômicas e ambientais que favorecem as instalações de usinas de reciclagem em municípios de médio e grande porte.

Além da política dos 5R's, a Educação Ambiental (EA) é uma prática essencial para a sustentabilidade dos processos de gestão ambiental, pois enfatiza a importância de incluir as questões de cidadania, tornando-se um caminho para que a sociedade entenda que os princípios e valores precisam e devem ser modificados para que haja consciência em conservar o meio ambiente (ZANETI, 2016).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar todas as etapas desse gerenciamento, mapear os pontos de descarte irregular e verificar as ações municipais que são utilizadas para diminuir os impactos à saúde pública os impactos ambientais, identificando os pontos positivos e negativos da administração pública.



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

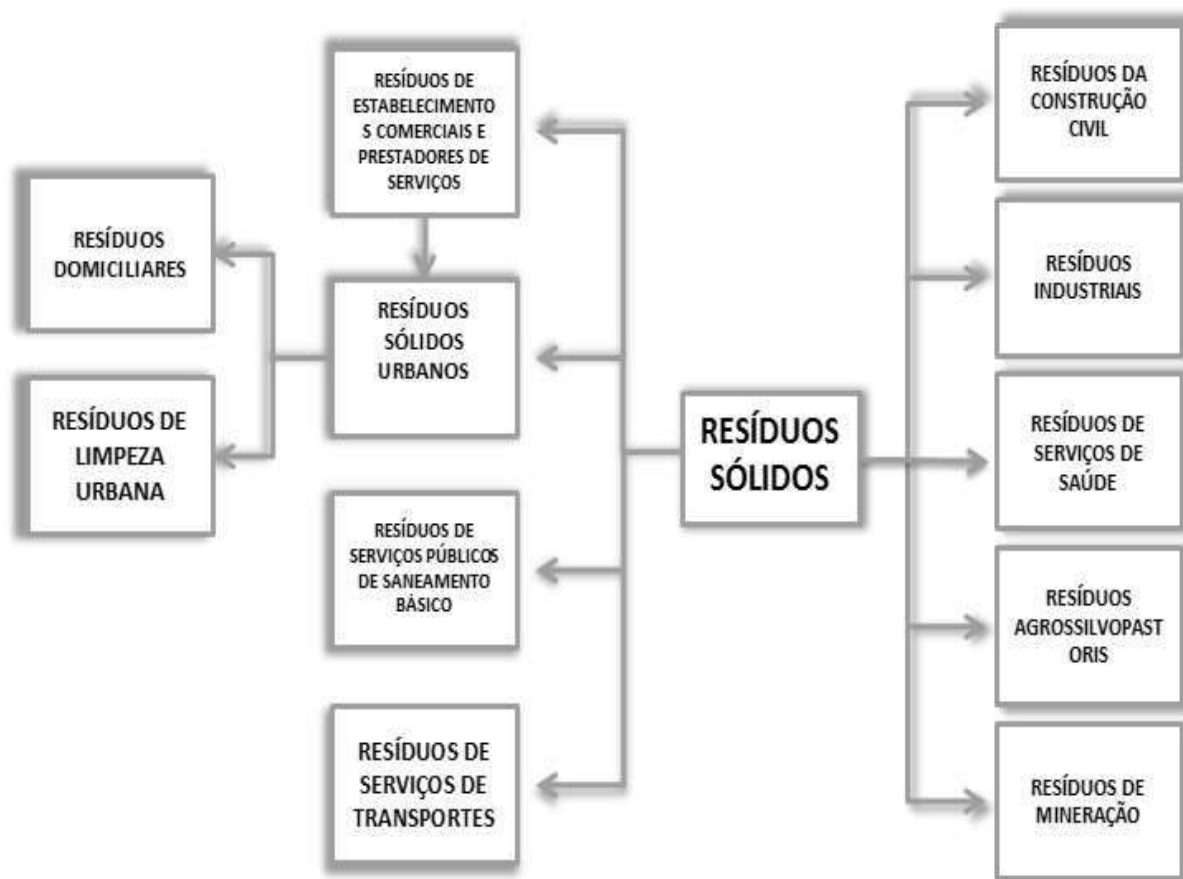
### 2.1 Classificação dos Resíduos Sólidos quanto à origem

De acordo com a lei 12.305 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (2010), além da classificação geral dos resíduos sólidos, eles também podem ser classificados **quanto á origem**. A classificação dos resíduos sólidos quanto à origem, identifica os responsáveis pelo seu gerenciamento, que se tornam obrigados a desenvolver soluções sustentáveis, observando o que prevê a lei 12.305/2010 (Art. 9º). Sendo assim, os resíduos sólidos (RS), são classificados das seguintes maneiras:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis; (grifo nosso)**
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios (POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2010).

De acordo com a figura 3, o fluxograma presente a seguir, ilustra a classificação dos resíduos sólidos, quanto á origem:

Figura 3: Fluxograma da classificação dos resíduos sólidos quanto á origem.



Fonte: Superintendência de Limpeza Pública/Adaptado pelo Autora

### 2.1.1 Definição e classificação Resíduos de Construção Civil (RCC)

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, os resíduos da construção civil são definidos como:

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA nº 307, 2002).

Para efeito desta Resolução Nº 307/2002, a composição dos RCC depende das características específicas de cada cidade ou região tais como geologia, morfologia, disponibilidade dos materiais de construção, desenvolvimento tecnológico etc., sendo que existe uma grande heterogeneidade nos resíduos que são gerados em uma obra e, para efeito de seu gerenciamento, estabeleceu uma classificação específica para esses RCC que estão organizados como:

- **Resíduo Classe A-** são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
  - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
  - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- **Resíduos Classe B-** são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
- **Resíduos Classe C-** são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
- **Resíduos Classe D-** são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Com o passar dos anos, o documento da Resolução N° 307/2002 passou a receber atualizações que ajudaram a definir a classificação citada acima, sendo eles: Resoluções Conama n° 348 (BRASIL, 2004), Conama n° 431 (BRASIL, 2011), Conama n° 448 (BRASIL, 2012) e Conama n° 469 (BRASIL, 2015).

- Resolução CONAMA n° 348 de 16 de agosto de 2004- Altera a Resolução CONAMA n° 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
- Resolução CONAMA n° 431 de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3° da Resolução n° 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.
- Resolução CONAMA n° 448 de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2°, 4°, 5°, 6°, 8°, 9°, 10, 11 da Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.
- Resolução CONAMA N° 469/2015. 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. - Data da legislação: 29/07/2015 - Publicação DOU, de 30/07/2015, páginas 109 e 110 -Altera art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002.

A construção civil vive atualmente uma grande expansão, ocupando e representando uma posição de destaque na economia nacional. O avanço tecnológico, o desenvolvimento industrial, o processo de urbanização acelerado, realização de grandes obras de infraestrutura e o aumento populacional, contribuíram para esse cenário. Entretanto, a geração e produção de resíduos aumentaram e conseqüentemente o descarte irregular desses resíduos também cresceu, sendo descartados em terrenos baldios, margem de cursos d'água e outros locais. Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas (ZANTA *et al.*, 2017).

Segundo Miotto (2013), são vários os motivos que justificam a geração excessiva de RCC, como a baixa qualificação da mão de obra, técnica construtiva de pouca tecnologia que não emprega princípios de racionalização, falhas nos métodos de transporte dos materiais nos canteiros de obras, excesso de produção de materiais e de embalagens, entre outros.

De acordo com o panorama dos resíduos sólidos no Brasil da Abrelpe (2020), fazendo um comparativo, no ano de 2010, os RCC coletados pelos municípios registraram de 33 milhões de toneladas, já no ano de 2019, houve um aumento quantitativo nesse período, passando para 44,5 milhões. Com isso, a quantidade coletada per capita cresceu de 174,3 kg para 213,5 kg por habitante, por ano.

De acordo com Ossa et al (2016), a indústria da construção civil é responsável por um consumo considerável de matéria-prima, seja em quantidade ou diversidade, sendo reconhecida como uma grande geradora de resíduos, durante a construção e demolição de edifícios, estradas, calçadas e pontes, dentre outros. Os resíduos resultantes consistem principalmente de blocos de concreto, argamassa, tijolos, concreto, concreto armado, concreto asfáltico, bem como cerâmica, gesso e madeira.

Os resíduos sólidos gerados na construção civil apresentam baixa periculosidade, porém geram um grave problema de acúmulo em decorrência do grande volume produzido e depositado irregularmente. As obras de construção civil são alvo de críticas em relação ao frequente desperdício de materiais, uma vez que já existem tecnologias capazes de reutilizar essa classe de resíduo. O descarte irregular de resíduos sólidos nas cidades contribui com a degradação de mata ciliar, poluição visual e principalmente a proliferação de vetores de doenças, além da possibilidade de causar contaminação aos lençóis freáticos. (FILHO, 2007 apud GRADIN; COSTA, 2009). Com isso o ônus desta irracionalidade é distribuído por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também pelos custos de remoção e tratamento do entulho. Na maioria das vezes,

esse resíduo é retirado da obra e disposto clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das periferias, gerando uma série de problemas ambientais e sociais, como a contaminação do solo por gesso, tintas e solvente; a proliferação de insetos e outros vetores contribuindo para o agravamento de problemas de saúde pública (MENDES, 2004).

Na construção civil, a redução das perdas e desperdícios passou a ser importante fator para a sobrevivência das construtoras e para a adequação ao mercado, porém a necessidade de minimizar a geração dos RCC, não resulta apenas da questão econômica, pois se trata fundamentalmente de uma ação importante para a preservação ambiental (LIMA; LIMA, 2009).

### 2.1.2 Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC)

Em relação a geração de resíduos da construção civil, os geradores devem visar como objetivo primário a não geração de RCC e posteriormente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental. Diante disso, os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de vazadouros, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/2002).

De acordo com a lei 12.305 da PNRS (2010), define o gerenciamento como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2010).

Essa Lei tem como um dos propósitos adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas, principalmente na área de gerenciamento, como forma de minimizar impactos ambientais, utilizando um de seus instrumentos, que é a cooperação técnica e financeira. De modo geral, o gerenciamento de resíduos sólidos, são práticas que solucionam os problemas associados ao controle de produção, segregação, acondicionamento, coleta, transporte interno e externo e disposição final dos mesmos, levando em consideração a saúde pública, conservação dos recursos naturais e uma sociedade organizada (BRAGA E DIAS, 2008).

Com relação à produção, a mudança no comportamento de consumo da sociedade no sentido de **promover a não geração** e incentivar o consumo de produtos mais sustentáveis, contribui para melhoria da condição de vida da população (ZANTA E FERREIRA, 2003). Posteriormente, a **segregação**, onde é realizado diretamente na fonte de geração e ocorre a triagem dos resíduos, pois

existem diferentes classes, e, ainda, os resíduos que precisam de uma separação exclusiva. A fase de segregação é indispensável, pois facilita as etapas posteriores e ajuda no ganho de tempo em relação ao envio dos resíduos aos seus tratamentos e disposição final dos rejeitos. Em seguida acontece o **acondicionamento**, nesta etapa deve-se garantir a separação dos resíduos que ocorreu na fase de segregação. Os resíduos podem ser armazenados em big bags, baias, caçambas, baias e entre outros. O acondicionamento é importante, pois evita a contaminação de materiais reaproveitáveis e facilita o transporte do canteiro de obras para encaminhamento ao tratamento ou disposição final. Assim, a eficiência na segregação e no acondicionamento proporciona maior efetividade nas próximas etapas do gerenciamento, evitando acidentes, proliferação de vetores, minimiza odores e o impacto visual negativo. (SILVA *ET AL.*, 2015).

Posteriormente, a **coleta e o transporte** são responsáveis pelas operações de retirada e transferência dos resíduos sólidos para uma área de transbordo, destinação ou disposição final (BARBOSA, 2004). As empresas transportadoras devem possuir licença ambiental para esta atividade específica, a ser emitida pelo órgão competente (SILVA *ET AL.*, 2015).

O tratamento dos resíduos são ações corretivas que minimizam a poluição, reduzindo a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos, seja impedindo descarte de rejeito em local inadequado ou transformando em material inerte ou biologicamente estável, inserindo-os novamente na cadeia produtiva (IBAM, 2001). De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, os resíduos da construção civil deverão ser **destinados** das seguintes formas:

- **Resíduo Classe A:** deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros;
- **Resíduo Classe B:** deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- **Resíduo Classe C:** deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
- **Resíduo classe D:** deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Um gerenciamento com falhas faz com que se tenham perdas de materiais de construção nas obras através do desperdício durante o seu processo de execução, assim como pelos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento. Em cada uma das etapas de uma obra acontecem perdas e desperdícios de materiais, gerando RCC tanto na sua concepção quanto na execução e posterior utilização. Na fase de concepção é corriqueiro acontecerem diferenças entre as

quantidades previstas e as realmente utilizadas na obra. Na execução a geração de RCC ocorre de duas formas distintas, existindo aqueles que são descartados e saem das obras, denominados entulho, e os desperdícios que terminam incorporados à obra, como por exemplo, a sobre espessura de emboço (LIMA; LIMA, 2009).

A construção civil é uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, no entanto trata-se de um grande ramo gerador de impactos ambientais, seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem natural ou pela geração de resíduos. O setor enfrenta o desafio de conciliar uma atividade produtiva de suma importância com condições que viabilizem o desenvolvimento sustentável, que gere o mínimo de impactos negativos ao meio ambiente (PINTO, 2005 apud DE ASSIS; DA NÓBREGA, 2005).

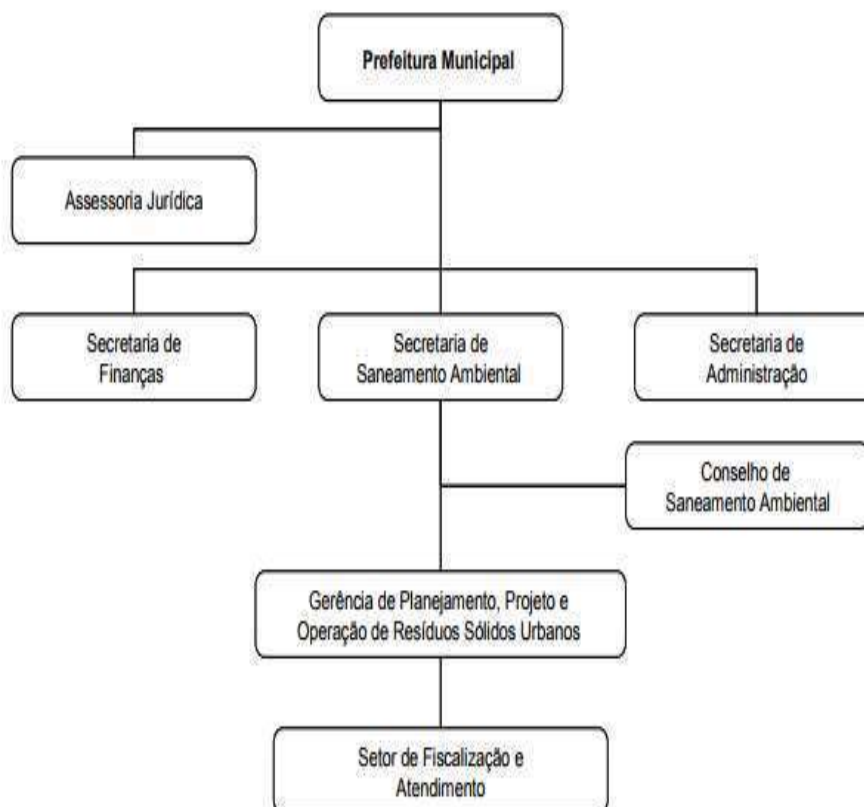
### **2.1.3 Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil (RCC)**

Em relação à gestão integrada, a lei 12.305 da PNRS (2010), a descreve como: “Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável”.

Para que um município consiga colocar em execução a gestão integrada de resíduos sólidos precisa obter uma estrutura organizacional adequada e recursos financeiros disponíveis para o desenvolvimento das atividades. A Gestão integrada engloba etapas articuladas com a união do gerenciamento e de diferentes esferas como o poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade, objetivando contratações de bens e serviços que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis (SCHALCH *et al* 2002).

Segundo Tada *et al* (2013), a figura 3 a seguir ilustra a gestão integrada dos resíduos sólidos:

Figura 4: Fluxograma da Gestão integrada dos resíduos sólidos.



Fonte: Tada *et al* 2013

### 3 Medidas Mitigatórias

#### 3.1 Conceitos dos 5R's

O princípio é formado de estratégias que visam reduzir a extração dos recursos naturais e o impacto ambiental das diversas atividades, associado à vida em sociedade. E esses princípios são: redução, reutilização, reciclagem e os atos de recusar e repensar. **A redução** se baseia na redução da geração de resíduos na origem ou por meio da redução do desperdício. (TOCCHETTO, 2005).

A **reutilização** é definida como “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa” (POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 2010).

De acordo com Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), a reciclagem é definida como:

processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 2010).



A Reciclagem consiste em várias ações em que os materiais que seriam jogados fora ou que já estejam no lixo, sejam separados, coletados e transformados para serem utilizados como matéria-prima na produção de novos produtos. A reciclagem é extremamente importante para reduzir a extração de recursos naturais e para a preservação do meio ambiente (ALENCAR, 2005).

Já o **repensar** tem a finalidade de fazer a sociedade refletir sobre os seus atos de consumo e os impactos que eles provocam sobre a economia, as relações sociais e a natureza. E o **Recusar** nada mais é que rejeitar o consumo de produtos que gerem impactos socioambientais significativos. Os 5R's fazem parte de um processo educativo que tem por objetivo uma mudança de hábitos do cotidiano dos cidadãos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

### 3.2 Educação Ambiental

Segundo Oliveira, Obara e Rodrigues (2007), desde 1980 a discussão sobre o meio ambiente tem aumentado devido a revisão do ensino nas escolas. O ensino de ciências e a educação ambiental divulgam e abordam conhecimentos relacionados ao ambiente levando os alunos a uma comunicação sobre conceitos básicos importantes para a conservação ambiental. A ação do homem sobre o meio ambiente traz muitos impactos para toda a população e ao meio ambiente, fazendo com que a sociedade em um todo repensasse sobre o assunto. A educação ambiental foi instituída, porém infelizmente ainda não é eficiente em todo sistema educacional, dificultando assim a propagação da conscientização.

De acordo com a Lei n. 9.795/1999, de 27 de abril de 1999, onde dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. De acordo com essa lei, são objetivos fundamentais da educação ambiental:

- O desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
- A garantia de democratização das informações ambientais;
- O estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
- O incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
- O estímulo à cooperação entre as diversas regiões do país, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios

da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

- O fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
- O fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

A Educação Ambiental deve ser articulada de maneira holística, sendo considerado como componente essencial e permanente da educação tratando-se de um direito de todos, devendo estar de forma estruturada, em todos os níveis e campos de atuação da educação, podendo ser, formal, não-formal e informal (OLIVEIRA; DOMINGOS; COLASANTE, 2020)

Oliveira; domingos; colasante, (2020), a educação formal é o modelo que mais se tem proximidade, pois é uma área institucionalizado das práticas educativas, concebida por legislação específica, sendo obrigatória e legalmente legitimada.

Segundo Reis, Semêdo e Gomes (2012), em relação a educação ambiental no ensino formal. Entende-se por:

Educação ambiental na educação escolar a desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privada, englobando: I - educação básica; II - educação superior; III - educação especial; IV - educação profissional; V - educação de jovens e adultos. Ela deverá ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal, e deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas. Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental. (REIS; SEMÊDO; GOMES, 2012)

Também de acordo Reis, Semêdo e Gomes (2012), a educação ambiental não formal possui ambientes, planejamento e objetivos mais flexíveis. Entende-se por:

Pelas ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e sua organização e participação na defesa da qualidade do ambiente. O poder público, em níveis federal, estadual e municipal incentivará a difusão, nos meios de comunicação de massa de informações acerca de temas relacionados ao ambiente; a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não formal; a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não governamentais; a sensibilização da sociedade para a importância das unidades de conservação, das populações tradicionais ligadas às unidades de conservação, dos agricultores; o ecoturismo.

Já a Educação ambiental informal é praticada em outros espaços sociais, sem obrigação com a continuidade. Não precisa que se defina sua forma de ação, metodologia e avaliação. (AMANCIO, 2005). No âmbito informal, “é aquela realizada fora dos recintos escolares, podendo ocorrer por meio de campanhas populares que visem a formação de atos e atitudes que possibilitem a preservação dos

recursos naturais e a correção de processos degenerativos da qualidade de vida” (COIMBRA E CUNHA 2005). A todo momento, tanto na televisão, quanto redes sociais, há o compartilhamento de informações a respeito de temáticas relativas ao meio ambiente e, quando utilizado corretamente, é uma ferramenta importante de sensibilização ambiental (COIMBRA E CUNHA 2005).

Segundo Barciotte e Saccaro (2012), a educação Ambiental quando está ligada aos resíduos sólidos pode ser entendida de diferentes formas de comunicação e relacionamento com a sociedade. Sendo elas classificadas como:

**Tipo 1- Informações objetivas”.** Informações orientadoras para a participação da população ou de determinada comunidade em programas ou ações ligados ao tema resíduos sólidos. Estas informações envolvem, em muitos casos, a chamada coleta seletiva, principalmente pela necessidade de participação diferenciada da população. Está também presente em ações ou campanhas envolvendo limpeza de ruas, praias, serviços de coleta de resíduos ou de limpeza públicos municipais já tradicionais, entre outras possibilidades, agora ampliadas pela PNRS (BARCIOTTE E SACCARO 2012).

**Tipo 2 - Sensibilização/mobilização das comunidades diretamente envolvidas.** Ainda ligada à importância da participação adequada da população no sistema de limpeza pública, merece destaque. Fica evidente a importância das informações claras e consistentes (EA tipo 1) ligadas ao procedimento adequado quanto aos diferentes tipos de resíduos, coleta e destinação (por exemplo: dias de coleta seletiva versus dias de coleta convencional, formas e locais adequados para o recolhimento de óleo de cozinha, lâmpadas, pilhas, medicamentos em desuso, entre outros). Sabe-se também, entretanto, que muitos programas e projetos não alcançam êxito por falta de participação de suas comunidades ou populações, pouco sensibilizadas para o tema ambiental e com dificuldades no entendimento da lógica destes novos sistemas, que incorporam um novo olhar ético sobre os direitos, as responsabilidades e os limites de cada pessoa, seja ela física ou jurídica (BARCIOTTE E SACCARO 2012).

**Tipo 3 – Informação, sensibilização ou mobilização para o tema resíduos sólidos desenvolvidos em ambiente escolar.** Aparece de forma específica e preferencialmente ligado à educação formal e/ou ao ambiente escolar e sua comunidade de atuação. Este tipo de trabalho pode aparecer ligado a um trabalho de coleta específico ou à implantação de determinadas propostas de destinação (compostagem, mutirão de coleta de recicláveis, produção de papel artesanal, confecção de objetos com sucatas, entre outros). Como o tema sólido chama atenção e tem um viés prático muito grande, ele é muitas vezes selecionado como um aglutinador para o trabalho com a EA nas instituições de ensino. Neste caso este tema é normalmente utilizado para chamar a atenção e sensibilizar turmas e grupos específicos e/ou a comunidade escolar para as questões ambientais, podendo fazer parte do currículo e dos trabalhos em sala de aula, projetos locais ou mesmo de extensão (BARCIOTTE E SACCARO 2012).

**Tipo 4 – Campanhas e Ações Pontuais de Mobilização.** Essas ações, por seu caráter pontual e temporário, não estão totalmente em consonância com a definição e os objetivos da EA, mas são muitas vezes utilizadas em projetos não governamentais e governamentais e podem, quando em conjunto com ações continuadas e aliadas a outros métodos de sensibilização e mobilização social, disseminar, com maior rapidez e abrangência, ideias e informações, para um público amplo. Essa abordagem, entretanto, não consegue, sozinha, alcançar toda a complexidade da mudança de atitude e hábito, necessária para a implantação dos novos princípios e diretrizes presentes na PNRS. Iniciativas assim devem, portanto, ser consideradas caso a caso e implantadas com os cuidados necessários (BARCIOTTE E SACCARO 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODO

Para a elaboração do presente trabalho, foi feita uma pesquisa do tipo exploratória descritiva, envolvendo estudo de caso, pesquisa bibliográfica, questionário e entrevista.

Segundo Gil (2008) as pesquisas exploratórias têm por objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, visando a formulação de problemas mais certos ou hipóteses pesquisáveis para estudos futuros. Normalmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não formais e estudos de caso.

As pesquisas descritivas são, ligadamente com as exploratórias, as que normalmente realizam os pesquisadores preocupados com a atuação prática. São também as mais procuradas por organizações como empresas comerciais, instituições educacionais, partidos políticos e alguns outros (GIL, 2008).

A pesquisa do tipo exploratória descritiva utilizou como base um estudo de caso no município de Campos dos Goytacazes, para analisar o gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (RCC). Essa descrição teve uma importância essencial para esclarecer como é realizado o procedimento de separação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RCC's na cidade.

O estudo de caso é determinado pelo estudo mais específico de um ou de poucos objetos, permitindo-se que obtenha um conhecimento amplo e detalhado. A utilização do estudo de caso vem crescendo com uma frequência cada vez maior pelos pesquisadores, tendo serventia para pesquisas com diferentes propósitos, tais como:

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- b) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; e
- c) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (GIL, 2008).

Como ponto de partida, realizou-se uma revisão de literatura com caráter exploratório sobre resíduos sólidos, suas definições e suas classificações. Esta avaliação promoveu uma análise geral relacionada aos seus subgrupos, aos fatores que influenciam na sua degradação, ao conhecimento das etapas do processo de gerenciamento e os impactos gerados ao meio ambiente e à saúde pública.

Alguns dos estudos exploratórios podem ser estabelecidos como pesquisas bibliográficas, do mesmo modo que certo número de pesquisas desenvolvidas a começar da técnica de análise de conteúdo. A indispensável vantagem da pesquisa bibliográfica encontra-se no fato de permitir ao investigador uma visão ampla de fenômenos muito mais vasta do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2008).

No município de Campos dos Goytacazes, a Secretaria de Serviços Públicos é órgão o competente responsável pelo gerenciamento de resíduos de construção civil. Então, no decorrer da

preparação do trabalho foram utilizados diferentes instrumentos de coleta de dados, como análise de dados quantitativos da geração de resíduos, entrevistas e aplicação de questionário a um dos gestores responsáveis pelo gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil na cidade.

Para análise desse gerenciamento no município de Campos dos Goytacazes, será usada as normas da ABNT 2004, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos e Resolução CONAMA N° 307/2002 que estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, visto que estas são as principais normas para nortear seu gerenciamento.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

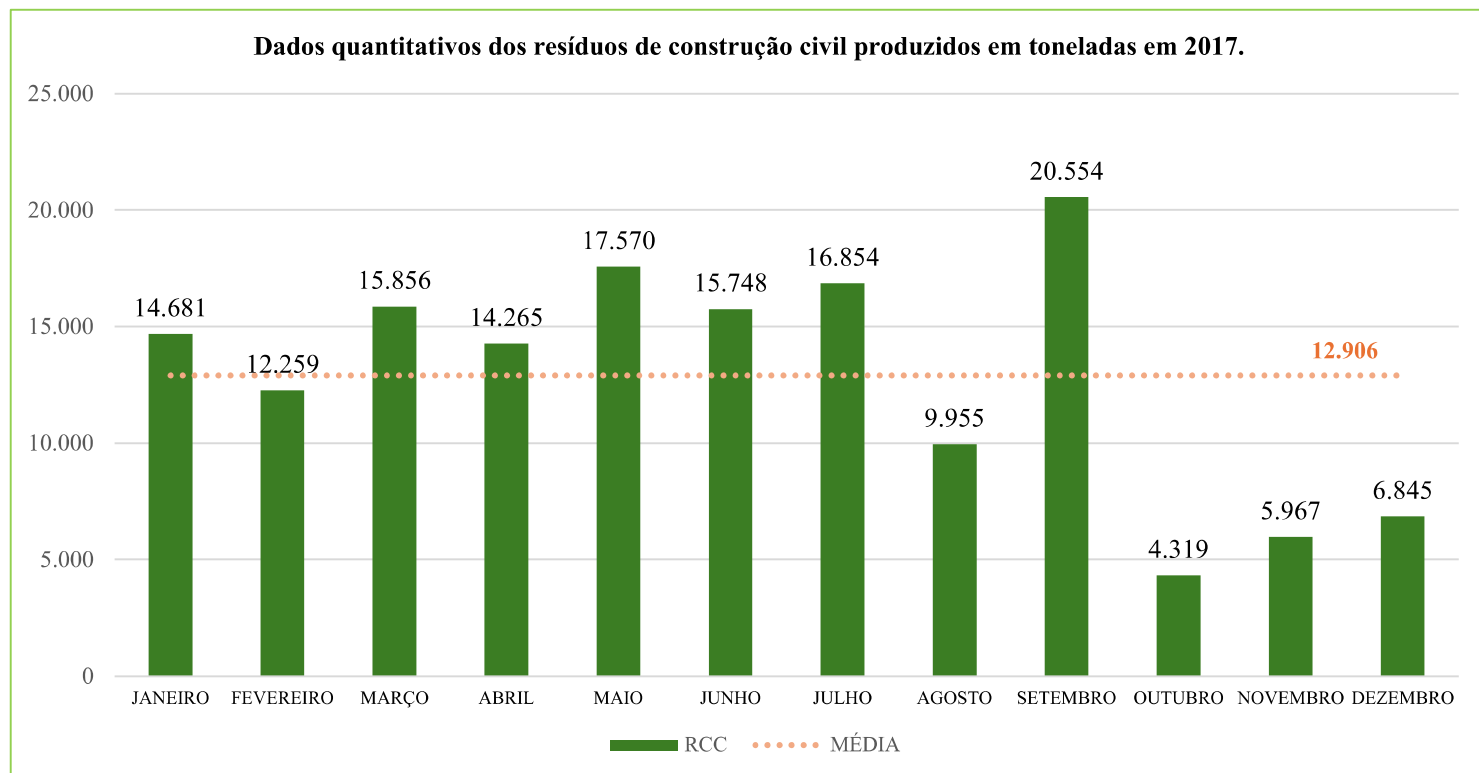
Esta pesquisa apresenta um estudo sobre o gerenciamento de resíduos de construção civil no município de Campos dos Goytacazes, no estado do Rio de Janeiro tendo como objetivo analisar todas as etapas desse gerenciamento, mapear os pontos de descarte irregular e verificar as ações municipais que são utilizadas para diminuir os impactos à saúde pública os impactos ambientais, identificando os pontos positivos e negativos da administração pública.

Para obtenção de dados, foram realizadas duas entrevistas. A primeira foi com um dos responsáveis pelo setor de gestão e coleta de resíduos na Secretaria Municipal de Serviços Públicos da prefeitura de Campos dos Goytacazes no ano de 2022 e a segunda entrevista foi com a gestora responsável pelo órgão público nos anos anteriores. Com as duas entrevistas foram obtidas algumas informações sobre os procedimentos que vem sendo adotados pela prefeitura para realizar o gerenciamento dos resíduos de construção civil no município e dados quantitativos sobre a produção dos mesmos.

De acordo com as informações prestadas, as principais fontes geradoras de resíduos da construção civil (RCC) no município são as obras residenciais, principalmente de construtoras, ressaltando o número de novos empreendimentos de condomínios fechados, com vendas de lotes, que foram implantados no município nos últimos anos.

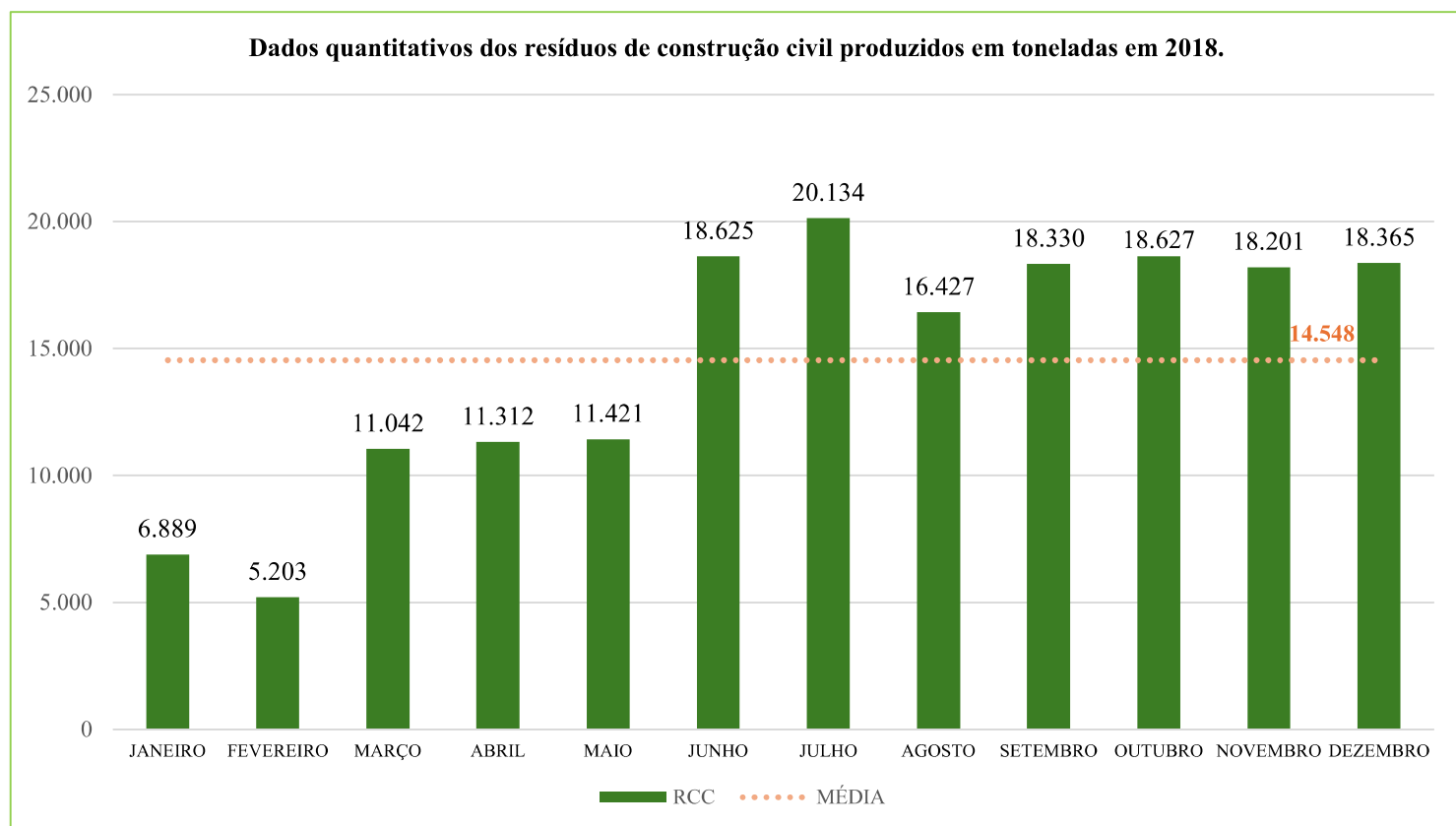
Diante disso, os gráficos 1, 2 e 3 apresentam a quantidade aproximada de resíduos de construção civil gerados em toneladas por mês nos anos de 2017, 2018 e 2019, respectivamente:

Figura 5: Dados quantitativos dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas em 2017.



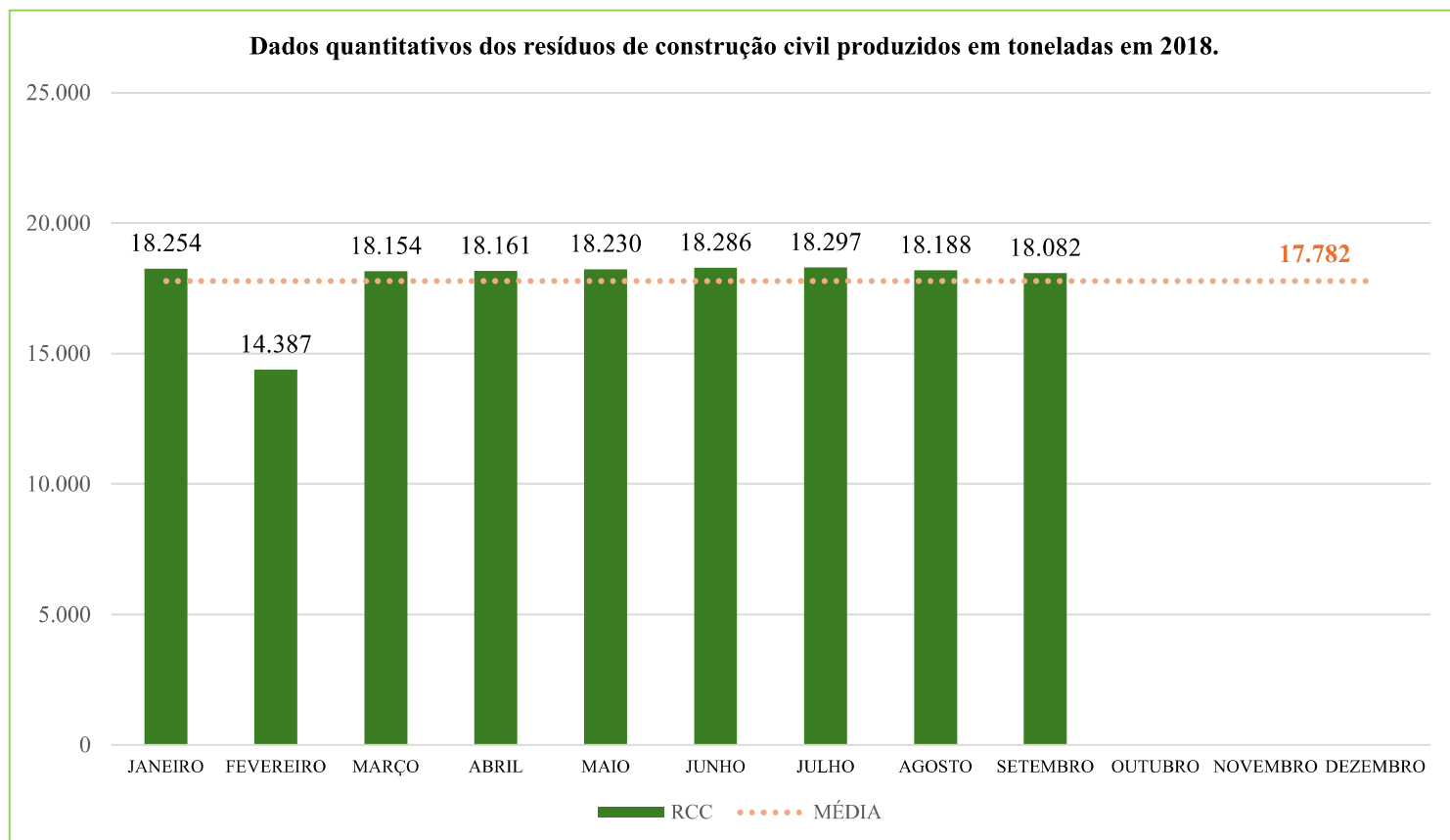
Fonte: Gestora responsável pelo órgão público nesse ano.

Figura 6: Dados quantitativos dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas em 2018.



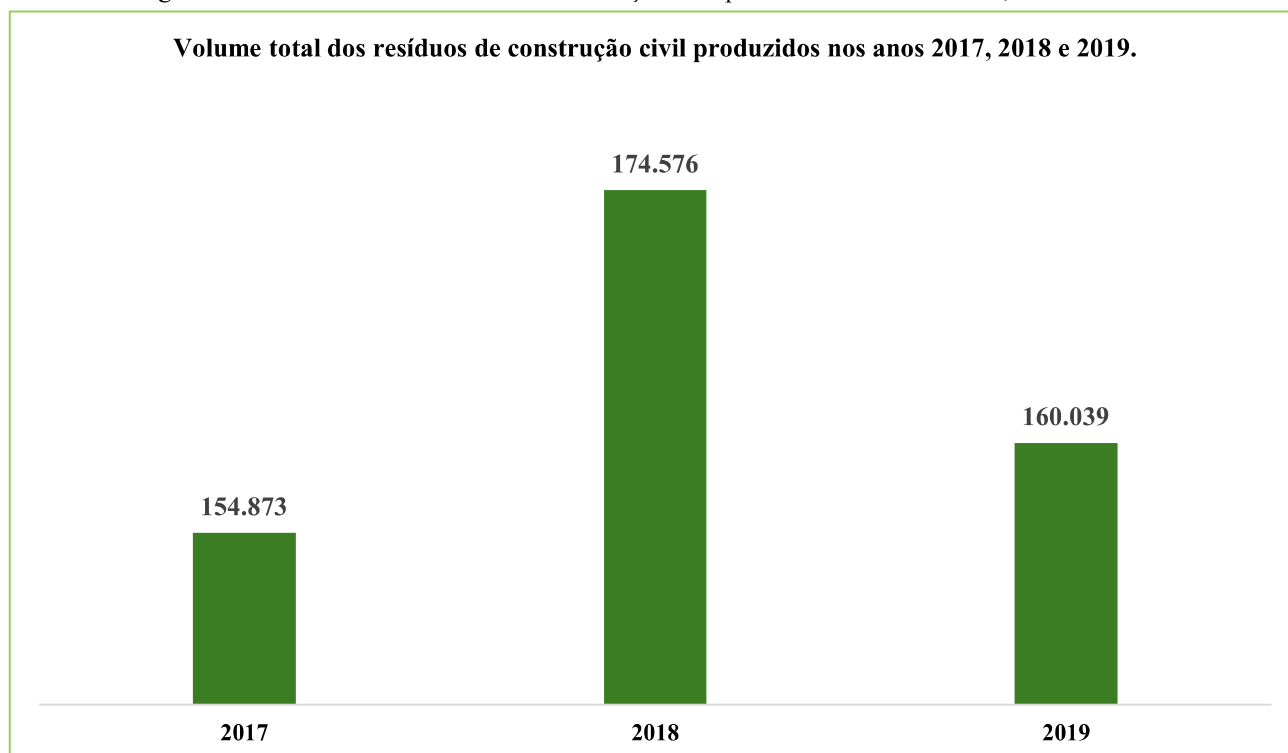
Fonte: Gestora responsável pelo órgão público nesse ano.

Figura 7: Dados quantitativos dos resíduos dos resíduos de construção civil produzidos em Toneladas em 2019.



Fonte: Gestora responsável pelo órgão público nesse ano.

Figura 8: Volume total dos resíduos de construção civil produzidos nos anos 2017, 2018 e 2019.



Fonte: Gestora responsável pelo órgão público nesse ano.

Analisando os dados quantitativos disponibilizados, pode-se observar o quantitativo de RCC gerado por mês em toda extensão municipal nesses anos na cidade de Campos dos Goytacazes. De acordo com esses dados, a produção média mensal nos anos de 2017, 2018 e 2019 é de aproximadamente 12.906 mil toneladas, 14.548 mil toneladas e 17.782 mil toneladas respectivamente, sendo uma produção bastante significativa. Além disso, também pode-se observar o crescimento da produção de resíduos ao longo dos anos e em 2019 seria ainda maior se fosse contabilizado os meses de outubro, novembro e dezembro. Através da entrevista, foi obtida a informação de que no ano de 2022 a produção média mensal é de 20.000 mil toneladas, ou seja, a produção de RCC no município continua em ascensão.

Os entrevistados enfatizaram a dificuldade de controle no descarte correto dessa classe de resíduos, já que grande parte é gerada por pessoa física ou construtoras no interior de áreas privadas, dificultando a ação de controle da prefeitura com relação a coleta e descarte, já que o descarte é de responsabilidade individual de cada gerador.

A concessionária Vital Engenharia Ambiental é responsável pela coleta, armazenamento e descarte dos resíduos no município de Campos dos Goytacazes, a cidade possui um aterro de inertes, localizado no Distrito Industrial da Codin, em Guarus e uma usina de beneficiamento e britagem de resíduos sólidos inertes da construção civil (entulhos), construída através de uma parceria firmada entre a Prefeitura de Campos com a concessionária em 2016. Porém, essa usina demorou anos para ser inaugurada, pois não estava licenciada e não podia começar a operar de fato. A usina começou a funcionar em julho de 2021, 5 anos depois de sua estrutura toda pronta. Essa demora prejudicou e atrapalhou o gerenciamento dos resíduos na cidade e danificou a estrutura que ficou sem cuidados durante esse tempo.

A Usina tem capacidade de reciclar e processar os resíduos inertes popularmente chamados de entulho. O processo de reciclagem desse entulho, para a obtenção de agregados que podem ser aproveitados de volta no ciclo comercial da construção civil, basicamente envolve a seleção dos materiais recicláveis contidos do entulho e transformando resíduos que não eram reaproveitados em novos agregados, podendo produzir até 80 toneladas/hora de brita 1, brita zero, pedrisco, areia e pó de pedra e de areia, para aterros e produção de argamassas que vão ser aproveitados em obras da Prefeitura, na construção de base e sub base de ruas e estradas, bem como em aterros para obras de ampliação e reformas de escolas, unidades de saúde e praças.

A reciclagem dos resíduos inertes, além de gerar trabalho e renda, minimiza os impactos causados ao meio ambiente, reduzindo a extração de recursos naturais de pedreiras. As figuras a seguir representam a usina de beneficiamento e britagem de resíduos sólidos inertes da construção civil:



Figura 9: Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil



Fonte: Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes, 2021.

Figura 10: Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil



Fonte: Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes, 2021.

Mesmo com toda estrutura, ao longo dos anos, a cidade sofre muito com o descarte irregular dos RCC's em terrenos baldios, beira de canais e rios, onde são chamados de pontos críticos. Existem vários pontos críticos espalhados pela cidade, como por exemplo nos bairros: Jockey Club, Parque Imperial, Guarus, Carvão, Pq. Rodoviário, Pq. Leopoldina, Residencial Santo Antônio entre outros.

Seguem registros do descarte irregular de RCC realizados pela equipe da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental em diversos bairros do município:

Figura 11: Descarte Irregular de RCC – Orla do Rio Paraíba do Sul em Guarus



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental, 2020.

Figura 12: Descarte Irregular de RCC – Bairro Alphaville



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental, 2020.



Figura 13: Descarte Irregular de RCC



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental, 2017.

Figura 14: Descarte Irregular de RCC – Pq. Guarus



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental, 2020.

Figura 15: Descarte Irregular de RCC – Jockey Club



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental, 2019.

Figura 16: Descarte Irregular de RCC



Fonte: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental, 2018.

Conforme o art 2º, inciso II da CONAMA nº 307, onde define que os geradores são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução, são obrigadas dar uma destinação ou disposição ambientalmente correta a eles. Comumente os geradores de RCC, mesmo os de pessoa jurídica terceirizam esse serviço, através do aluguel de caçambas estacionárias ou contratação de caminhão basculante.

Na cidade, o mais comum é o aluguel de caçambas estacionárias. Existem algumas empresas que fazem esse tipo de serviço, como por exemplo a Campos Entulho, D+ Caçambas de entulho e a Suga Rápido Caçamba. Geralmente o aluguel da caçamba estacionária tem um custo para o cliente por 250 reais em cada caçamba alugada. Não é cobrado a colocação da caçamba e sim a troca ou retirada da mesma. O tempo máximo que caçamba pode ficar com o cliente é de 15 dias ou até atingir o volume máximo da caçamba que é de 5 m<sup>3</sup>. Esse período não é fixo, depende de cada cidade ou de cada empresa. Na região dos Lagos por exemplo, o cliente tem direito a ficar com a caçamba no período de 3 a 5 dias. No quinto dia, estando cheia ou não a caçamba, acontece a troca ou retirada da mesma.

Para essas empresas conseguirem realizar a destinação dos resíduos no aterro de inertes, elas precisam do manifesto de transporte de resíduo (MTR) emitido pelo gerador. O MTR é um documento



numerado que serve para controlar a expedição, o transporte e o recebimento dos resíduos na unidade de destinação final. A figura a seguir ilustra uma caçamba estacionária de 5 m<sup>3</sup> utilizada pelas empresas:

Figura 17: Modelo de Caçamba estacionária



Fonte: Gonçalves, 2015.

No entanto, em virtude ao custo, em Campos dos Goytacazes é muito comum a contratação de carroceiros, que prestam o serviço de forma irregular de acordo com a Lei Estadual nº 7194/2016.

Em janeiro de 2016, a lei estadual 7194/2016 foi criada com autoria do deputado estadual Dionísio Lins, onde proibia o uso de animais para o transporte em todo o estado do Rio de Janeiro. Em seu artigo primeiro afirma que “será responsabilizado todo indivíduo que utilizar animais para situações de fretamento, transportes de cargas, materiais ou pessoas, nas áreas urbanas e rurais, por quaisquer atos que caracterizam maus tratos aos mesmos”. Mas, apesar da determinação, mais de seis anos após a publicação da lei, em Campos dos Goytacazes presenciamos diariamente nas ruas das cidades (e também na zona rural) carroças puxadas por cavalos submetidos a todo tipo de maus-tratos. A questão dos carroceiros não envolve apenas os animais, mas também, o transtorno gerado no trânsito nas ruas, as condições sanitárias em relação as fezes e urinas que os animais fazem pela cidade e as possíveis doenças infectocontagiosas e parasitoses que os animais estão sujeitos, colocando a vida deles em risco e das pessoas também.

Ainda no artigo primeiro da lei, fica instituída a responsabilidade do poder público em tomar as devidas providências como recolher os animais utilizados em transporte de cargas, materiais ou pessoas que sofram maus tratos por parte de seus donos e/ou usuários.

Embora a lei seja uma iniciativa muito bem-vinda, a mesma precisa ser complementada, pois ainda não define pontos fundamentais, tais como: quais são os órgãos que devem fiscalizar, coibir ou penalizar o uso dos veículos com tração animal, como proceder quando um animal estiver em condições precárias, quando deveria ter centro de acolhimento de animais abandonados, atropelados, e aos animais que vivem pelas ruas das cidades.

Além disso, o uso da tração animal é responsável pelo sustento de muitos trabalhadores que atuam como carroceiros, então não basta simplesmente, apesar de todo lado negativo proibir as carroças, é preciso criar uma alternativa viável que seja favorável aos dois lados relacionados a questão social e ambiental.

Figura 18: O uso das carroças de tração animal



Fonte: A Autora, 2022.

Figura 19: O uso das carroças de tração animal



Fonte: A Autora, 2022.

Figura 20: O uso das carroças de tração animal



Fonte: A Autora, 2022.

Os carroceiros são parte agravante no descarte irregular de RCC dentro do município. É comum visualizar cenas de veículos de tração animal descartando os famosos entulhos em terrenos baldios, margem de canais, ruas sem saída, e áreas de pouca movimentação. Trata-se de uma ação recorrente na cidade, onde existem algumas áreas que são utilizadas de forma frequente para descarte irregular de RCC, onde a prefeitura realiza limpeza periodicamente.

Na tentativa de reduzir descarte irregular dos RCC's e minimizar os impactos negativos para o meio ambiente e a saúde pública, a prefeitura criou pontos de entrega voluntária de entulho (PEVES), popularmente conhecidos como “entulhódromo”, onde a Secretaria de Serviços Públicos se responsabiliza pela limpeza periódica desses pontos, e realiza o descarte ambientalmente adequado de forma gratuita. No entanto as PEVES são destinadas a receber somente pequenas quantidades de resíduos, para atender a população em pequenos reparos comerciais e domiciliares, não podendo ser descartados volumes de RCC's oriundos de grandes empreendimentos.

Atualmente existem cinco PEVES ativas na cidade, conforme informação obtida na secretaria, que são sinalizadas e bem identificadas. As PEVES estão localizadas de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 1: Localização dos Pontos de Entrega Voluntário de Entulho (PEVE's) no município de Campos dos Goytacazes

<b>BAIRRO</b>	<b>ENDEREÇO</b>
Penha	Av. Newton Guaraná
Santa Rita	Atrás do shopping Plaza de guarus
Caju	Av. XV de novembro ao lado do cemitério do Caju
Pq. Rosário	Av. Nossa Senhora do Carmo
Guarus	Av. Zuza Mota

Fonte: A Autora, 2022.

## 5. CONCLUSÃO

Mesmo contando com uma boa estrutura com a Usina de Beneficente e Britagem de RCC e o aterro de inertes, um ponto negativo é que Campos dos Goytacazes ainda não possui plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos previsto na Seção IV da Lei 12.3025/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).



A implantação e manutenção dos pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE's) também são uma boa alternativa de controle, e principalmente de apoio à população, que muitas vezes fica insegura com relação ao descarte do seu resíduo de obra, já que não é um resíduo com coleta porta a porta como os resíduos sólidos urbanos (RSU). Mesmo sendo uma boa alternativa, as PEVE's não conseguem receber um grande volume de resíduo e não existe nenhuma PEVE na área central da cidade, o que também dificulta o acesso da população.

Através desta pesquisa, pode ser observado que no município de Campos dos Goytacazes existe a falta de políticas públicas, associado a falta de conscientização e conhecimento dos munícipes e dos responsáveis sobre a temática. Além disso, o município não possui nenhum projeto de educação ambiental contínuo e formal, apenas são realizadas campanhas pontuais em datas comemorativas.

O uso das carroças de tração animal, mesmo sendo ilegal, é uma prática muito comum na cidade. Além dos danos causados aos animais, também ocasiona problemas sanitários e gera um aumento no volume de descarte inadequado, pois sendo um meio de transporte de resíduo irregular, o resíduo não pode ser descartado no aterro de inertes, porque não há a geração do MTR. Além da identificação do infrator ser muito difícil, já que carroça não tem placa como os veículos automotores.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais **PANORAMA, DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**. ABRELPE, 2020. 2021.
- ALENCAR, Mariléia Muniz Mendes. **RECICLAGEM DE LIXO NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE SALVADOR**. **Candombá: Revista Virtual**, Salvador, v. 1, n. 2, p.96-113, jul. 2005.
- AMANCIO, C. O. G. **O porquê da educação ambiental?**. 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **10004: Resíduos sólidos - Classificação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Cenweb, 2004.
- BARBOSA, Leila Tolentino. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no norte de minas gerais: estudo relativo à implantação de unidades de reciclagem e compostagem a partir de 1997**. 2004. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- BARCIOTTE, Maria Lúcia; SACCARO JUNIOR, Nilo Luiz. **Sensibilização e mobilização dentro da política nacional de resíduos sólidos: Desafios e oportunidades da educação ambiental**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2012.
- BERNARDES, A.; THOMÉ, A.; PRIETTO, P. D. M.; ABREU, A. G.. **Quantificação e classificação**

*dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS.* Ambiente Construído, Porto Alegre. 2008;8(3):65-76.

BRAGA, Maria Cristina Borba; DIAS, Natália Costa. **Gestão de resíduos sólidos urbanos.** Volume I, Curitiba, 2008.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 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. Brasília, DF.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA nº 307**, de 5 de julho de 2002; estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96.

BRASIL, **RESOLUÇÃO CONAMA 348, DE 16 DE AGOSTO DE 2004. ALTERA A RESOLUÇÃO CONAMA N. 307**, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 ago. 2004. Seção 1, p. 70.

BRASIL, **RESOLUÇÃO CONAMA 431, DE 24 DE MAIO DE 2011. ALTERA O ART. 3º DA RESOLUÇÃO Nº 307**, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 maio 2011.

BRASIL, **RESOLUÇÃO CONAMA 448, DE 18 DE JANEIRO DE 2012. ALTERA OS ARTS. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10, 11 DA RESOLUÇÃO Nº 307**, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 jan. 2012.

BRASIL, **RESOLUÇÃO CONAMA 469, DE 29 DE JULHO DE 2015. ALTERA A RESOLUÇÃO CONAMA N 307**, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jul. 2015.

COIMBRA, Fredston Gonçalves; DE OLIVEIRA CUNHA, Ana Maria. **A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO FORMAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: A EXPERIÊNCIA DO PARQUE MUNICIPAL VITÓRIO SIQUIEROLLI** NON-FORMAL ENVIRONMENTAL EDUCATION AT CONSERVATION AREAS: THE EXPERIENCE IN THE PARQUE MUNICIPAL VICTORIO SIQUIEROLLI. 2005.

CUNHA, N.A. (2007). **Resíduos da construção civil: análise de usinas de reciclagem.** Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 176p.

DE ASSIS, Maria Aparecida Correia; DA NÓBREGA, Sônia Correia Assis. **Licenciamento Ambiental como Instrumento de Controle da Gestão dos Resíduos da Construção e demolição (RCD's) no município de João Pessoa PB.** In: 3º SimposioIberoamericano de Ingeniería de Residuos. 2005.

- EVANGELISTA, P. P. A.; Costa, D. B. & Zanta, M. V. (2010) *Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção Classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras*. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, 10, (3), p. 23-40.
- GONÇALVES, Emerson José Ramiro. *Pré projeto de uma caçamba compactadora estacionária*. 2015.
- GOUVEIA, Nelson. *SAÚDE E MEIO AMBIENTE NAS CIDADES: OS DESAFIOS DA SAÚDE AMBIENTAL*. Revista Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 8, n. 1, p.49-61, 1999.
- .GRADIN, Antonio Marcel Nascimento; COSTA, Paulo Sérgio Nunes. *Reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil*. Recuperado de <http://www.conhecer.org.br/download/RESIDUOS/leitura%20anexa>, v. 202, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. *Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. 1 st ed. Rio de Janeiro: IBAM; 2001.
- JOHN, Vanderley Moacyr. *Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. *Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil*. Paraná: Crea-Pr, 2009. 60 p
- MARQUES NETO, José da Costa. *Gestão de resíduos de construção e demolição no Brasil*. São Carlos: RIMA. 2005. 162p.
- MELO, A. V. S.; Ferreira, E. A. M.; Costa, D. B. (2013) *Fatores críticos para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de RCC da região Nordeste do Brasil*. Revista Ambiente Construído. 13 (3) p. 99-115.
- MENDES, T. A., REZENDE, L. R., OLIVEIRA, J. C., GUIMARÃES, R. C., CAMAPUM DE CARVALHO, J., VEIGA, R. *Parâmetros de uma Pista Experimental Executada com Entulho Reciclado*. Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação, 19 a 21/10/2004, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2004. 11 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política dos 5R's**. 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/component/k2/item/9410-a-pol%C3%ADtica-dos-5-r-s>. Acesso em: 02 de junho de 2022.
- MIOTTO JL. *Princípios para o projeto e produção das construções sustentáveis*. 1 st ed. Ponta Grossa: UEPG/NUTEAD;2013.
- OLIVEIRA, André Luis de; OBARA, Ana Tiyomi; RODRIGUES, Maria Aparecida. *Educação ambiental: concepções e práticas de professores de ciências do ensino fundamental*. *Electrónica de Enseñanza de LasCiencias*, Maringá, v. 6, p.471-495, 2007.
- OLIVEIRA, Alini Nunes de; DOMINGOS, Fabiane de Oliveira; COLASANTE, Tatiana.

**REFLEXÕES SOBRE AS PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO FORMAL, NÃO-FORMAL E INFORMAL.** Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo, v. 15, p. 9-19, 2020.

OSSA, A.; GARCÍA, J.L.; BOTERO, E. *Use of recycled construction and demolition waste (CDW) aggregates: A sustainable alternative for the pavement construction industry.* Journal of Cleaner Production, 1 November 2016, Vol.135, pp.379-386.

PASCHOALIN FILHO, J., Duarte, E., & Faria, A. (2016). *Geração e manejo dos resíduos de construção civil nas obras de edifício comercial na cidade de São Paulo.* Espacios, 37 (6), 30.

PINTO, T. P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana* [Tese]. São Paulo: Escola Politécnica/USP; 1999. 189 p

SILVA, Otavio Henrique da *et al.* *Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil.* Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Maringá – Pr, v. 19, p. 39-48, 2015.

SOUZA, Márcia IB; SEGANTINI, Antonio AS; PEREIRA, Joelma A. *Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto.* Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, p. 205-212, 2008.

REIS, Luiz Carlos Lima dos; SEMÊDO, Luzia Teixeira de Azevedo Soares; GOMES, Rosana Canuto. *Conscientização Ambiental: da Educação Formal a Não Formal.* Revista Fluminense de Extensão Universitária, [s. l], p. 1-14, 2012.

TOCCHETTO, Marta Regina Lopes. **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS.** 2005. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Industrial, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

TADA, Agnes Massumi et al. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte.** Florianópolis: Rima Artes e Textos, 2013. 26 p.

ZANETI, Izabel Cristina Bruno Bacellar. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL, RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E SUSTENTABILIDADE. UM ESTUDO DE CASO SOBRE O SISTEMA D.** 2003. 176 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, área de Concentração em Política e Gestão Ambiental, Universidade de Brasília, Porto Alegre, 2016.

ZANTA, Viviana Maria *et al.* **GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: VALORIZAÇÃO:** gestão e valorização de resíduos da construção civil. São Leopoldo-Rs: Casa Leiria, 2017. 2 v.

## ARTIGO CIENTÍFICO 2

### ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

#### *ANALYSIS OF THE MANAGEMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN THE MUNICIPALITY OF CAMPOS DOS GOYTACAZES*

Bárbara Pires de Moraes Gomes - IFF Fluminense/PPEA

Orientador: Romeu e Silva Neto- Doutorado em Engenharia de Produção

#### RESUMO

A urbanização, geralmente, traz benefícios como moradia, saneamento básico, qualidade de vida, entre outros. No entanto, o crescimento acelerado e desestruturado das atividades relacionadas ao setor de construção civil, seja construindo, reconstruindo ou demolindo, comprometem o meio onde a população está inserida seja de forma geral ou individual. O grande número de novas construções, reformas e demolições geram milhões de toneladas por ano de resíduos de construção civil (RCC), porém, grande parte desse tipo de resíduo possui grande potencial de reciclagem. Essa quantidade demonstra que é necessária uma reformulação técnica e administrativa no setor para adoção de parâmetros de qualidade na construção, para reintrodução dos materiais no ciclo produtivo e uma busca cada vez maior da conscientização da população para que se utilize materiais que colaborem com o meio ambiente. Diante do exposto, o presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre desenvolvimento sustentável no setor da construção civil no município de Campos dos Goytacazes, tendo como objetivo, averiguar a gestão pública e particular responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos de construção civil (RCC), visando analisar e descrever os métodos e processos utilizados, sendo eles, a usina beneficiamento e britagem, os pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE) e o aterro de inertes existente no município. Ambos são mecanismos de redução dos impactos ambientais e dos impactos a saúde pública que os resíduos de construção civil podem ocasionar.

**Palavras-chave:** Usina de Reciclagem, Ponto de Entrega Voluntária de Entulho, Aterro de Inertes.

## ***ABSTRACT***

*Urbanization generally brings benefits such as housing, basic sanitation, quality of life, among others. However, the accelerated and unstructured growth of activities related to the civil construction sector, whether building, rebuilding or demolishing, compromises the environment in which the population lives, whether generally or individually. The large number of new constructions, renovations and demolitions generate millions of tons of construction waste (RCC) per year; however, much of this type of waste has great potential for recycling. This quantity demonstrates that a technical and administrative reformulation is necessary in the sector to adopt quality parameters in construction, to reintroduce materials into the production cycle and an increasing search for public awareness so that materials that collaborate with the environment can be used. In view of the above, this work presents a case study on sustainable development in the civil construction sector in the municipality of Campos dos Goytacazes, with the objective of investigating public and private management responsible for the management of civil construction waste (RCC), aiming to analyze and describe the methods and processes used, namely, the processing and crushing plant, the voluntary debris delivery points (PEVE) and the inert landfill existing in the municipality. Both are mechanisms for reducing environmental impacts and public health impacts that construction waste can cause.*

**Keywords:** *Recycling Plant, Voluntary Debris Delivery Point, Inert Landfill.*

## **1. INTRODUÇÃO**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída através da Lei nº 12.305/2010, aconselha a prevenção e a minimização na geração de resíduos, sendo assim, estimula as iniciativas e adoção de métodos sustentáveis de produção e consumo de bens de serviços e sugere vários instrumentos que possa promover o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a disposição ambientalmente correta dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002, estabeleceu critérios sobre a criação dos Planos de Gerenciamento Integrado de resíduos de construção civil (RCC). Alguns desses critérios dissertam sobre o impedimento da disposição dos resíduos de construção em locais não licenciados, bem como a regularização de áreas públicas ou privadas, que estejam adequadas para o recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, proporcionado a destinação posterior dos resíduos (BRASIL, 2002).

A visibilidade da importância da reciclagem em relação a sustentabilidade tem direcionado vários países a adotarem práticas específicas para que a reciclagem aconteça de maneira eficiente. A redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos de construção civil são práticas essenciais para que o manejo e o gerenciamento desses resíduos sejam eficazes. No contexto da reciclagem dos resíduos de construção civil, destaca-se de maneira importante as Usinas de Reciclagem de Entulho (URE), sendo elas pontos de reinserção destes na cadeia produtiva da construção civil sendo também uma maneira de destinação final dos RCC (JOHN, 2000).

Na visão de Paschoalin Filho, Faria, Pires e Duarte, (2016) as URE têm um caráter ambiental importantíssimo perante a demanda da Construção Civil, pois, ao produzirem novos materiais de construção, reduzem os impactos causados por este setor e se torna uma alternativa na forma de destinação em relação aos aterros licenciados tradicionais. Com isso, pode-se destacar as vantagens da usina de reciclagem de resíduos: redução no consumo de recursos naturais não renováveis; redução de áreas necessárias para aterro; redução do consumo de energia; redução da poluição e geração de emprego e renda.

Outro método que está em estado de ascensão nas distintas cidades brasileiras trata-se dos pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE). Surge como uma modalidade de coleta e armazenamento temporário de pequenos volumes para ajudar na demanda e no gerenciamento dos resíduos de construção civil. O uso dos PEVE vem se tornando mais uma prática de soluções viáveis para o manejo dos resíduos, sabendo que é necessário planejar o descarte dos resíduos, o acondicionamento, a coleta e a destinação final, pois uma ruim administração gera impactos à saúde humana e ao meio ambiente (ALVARENGA, 2015).

De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil (ABRECON, 2016), outro procedimento também utilizado no Brasil são os aterros de inertes, que foram desenvolvidos lá em meados de 2003 e definidos em forma de norma a partir da ABNT 15113/2004, tendo como principal objetivo criar regras e requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterro de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.

Diante do exposto, o presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre a gestão de resíduos de construção civil no município de Campos dos Goytacazes, tendo como objetivo analisar as gestões dos agentes públicos e privados responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos de construção civil (RCC), visando descrever e apontar os pontos fortes e fracos dos métodos e processos utilizados, bem como apontar iniciativas de melhorias para o sistema de gestão. As iniciativas analisadas são: a usina beneficiamento e britagem, os pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE) e o aterro de inertes existente no município. Todos são mecanismos de redução dos impactos ambientais e dos impactos a saúde pública que os resíduos de construção civil podem causar.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Usina de Reciclagem de Resíduos

Segundo Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2016), referente ao contexto da reciclagem dos resíduos de construção civil (RCC), uma alternativa que está tendo grande significância, são as Usinas de Reciclagem de Entulho (URE), uma vez que estas são como pontos de reutilização e reinserção dos resíduos na cadeia produtiva da construção civil não sendo apenas uma forma de destinação final dos resíduos de construção civil.

De acordo com Arif, Bendi & Toma-Sabbagh (2012) “A reciclagem de entulho tem sido tema de estudos nacionais e internacionais no intuito de possibilitar a valoração dos resíduos gerados e mitigar os impactos ambientais causados”. Para John (2000), a reciclagem favorece na produção de materiais que serão utilizados em construções novas, fazendo com que os custos dessas novas obras sejam reduzidos, além da redução da necessidade de aquisição de matérias primas naturais. Por este motivo, a reciclagem dos RCC pode ser considerada uma opção ligada aos conceitos de sustentabilidade, tendo valor ambiental, econômico e social em materiais que seriam descartados. (SOUZA, SEGANTINI E PEREIRA 2008).

O uso de práticas gerenciais que objetivem à sintonia das operações do setor da construção civil com a sustentabilidade corresponde em um importante paradigma a ser discutido pelo meio técnico, já que reduz o impacto ambiental causado pela sua cadeia produtiva e dos custos incorridos, tais como no transporte e deposição de resíduos, importação de matéria prima e ainda colabora na solidificação de uma boa imagem das empresas envolvidas (PASCHOALIN FILHO, DUARTE E FARIA 2016).

De acordo com Lu & Yuan, 2011; Yuan, (2012):

O manejo sustentável dos RCC tem merecido atenção de pesquisadores e da indústria da Construção Civil, que têm buscado formas de não apenas reduzir sua geração; mas, também, viabilizar a sua reutilização e reciclagem. O uso dos RCC em obras pode ocorrer sob várias formas, tais como: agregados para concreto não estrutural, na produção de argamassa, blocos e tijolos não estruturais, na pavimentação de estradas, em obras de drenagem, estabilização de encostas, recuperação topográfica, dentre outras possibilidades (LU & YUAN, 2011; YUAN, 2012)

Melo, Ferreira e Costa (2013) definem que as usinas de reciclados de resíduos são determinadas como áreas industriais preparadas para o processamento de entulho em dois produtos diferentes: agregado de resíduo de concreto (ARC) e agregado de resíduo misto (ARM)”. A utilização dos agregados reciclados ocorrerá em maior escala pelos seguintes aspectos: carência de aterros para deposição final, políticas públicas de incentivo de utilização e produção dos agregados reciclados; aceitação gradual do mercado consumidor; esgotadura das jazidas de materiais naturais e o que gera um elevado custo destes; bem como por exigências ambientais e de uma economia melhor



(EVANGELISTA, COSTA E ZANTA 2010).

Em relação a implantação e instalação das usinas de reciclagem dos resíduos da construção, não existia nenhuma documentação técnica até o ano 2004. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2004, uma série de normas relativas aos resíduos da construção civil. O conteúdo referente a estas normas vem de encontro às diretrizes propostas pela Resolução 307/2002 CONAMA. De modo geral estas normas tratam de áreas de transbordo e triagem, áreas de reciclagem, aterros de resíduos da construção civil e o uso como agregados reciclados na execução de camadas de pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. A seguir estão descritas as normas relativas aos resíduos da construção civil:

- **NBR15112/2004** – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Área de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Esta norma fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos;
- **NBR15113/2004** – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Esta norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.
- **NBR15114 /2004** – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Esta norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A;
- **NBR15115/2004** – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Esta norma estabelece os critérios para execução de camadas de reforços do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado “agregado reciclado”, em obras de pavimentação;
- **NBR15116/2004** – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Esta norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, sendo destinados: a) obras de pavimentação viária; em camadas de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas, b) preparo de concreto sem função estrutural.

A ABRECON ressalta que quando se trata em instalar uma usina de reciclagem de materiais oriundos da construção civil, surgem empecilhos, sendo o primeiro em relação a falta de conscientização dos próprios geradores, sendo que a maioria não se preocupa em dar destinação adequada aos resíduos e dispõem esses materiais em terrenos baldios, logradouros, calçadas ou beira de córregos. Já o segundo obstáculo é a dificuldade em se adquirir um material segredado corretamente, antes de ser processado e transformado, pois na maioria das vezes o material descartado acaba sendo misturado a outros tipos de resíduos, o que compromete sua qualidade de um tratamento e uma destinação mais apropriados (ABRECON, 2023).

## **2.2. As Usinas de Reciclagem no Brasil**

De acordo com Miranda (2009), houve dois marcos que fizeram a taxa de crescimento das usinas aumentarem no Brasil, um deles foi após a publicação da resolução CONAMA 307/2002, fazendo com que fossem inauguradas de três a nove usinas instaladas por ano e o outro marco foi o exemplo de gestão pública bem-sucedida de Belo Horizonte.

Como marco inicial, a primeira usina de reciclagem de entulho (URE), foi instalada em 1991, era localizada na zona sul, no bairro de Santo Amaro, no município de São Paulo. A usina tinha capacidade para produzir 100 toneladas por hora, porém por questões de logística e problemas operacionais se tornou inviável pela distância até os geradores da matéria-prima (ZORDAN, 1997).

De acordo com Melo (2016), no ano de 1993, na cidade de Belo Horizonte, ocorreu o primeiro registro de elaboração de um Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil em paralelo com o Programa de Correção Ambiental e Reciclagem do RCC, que elaborou ações específicas para captação e reciclagem dos resíduos, no intuito de tratá-los e evitar a deposição final destes em locais inapropriados. Também em Belo Horizonte em dezembro de 1995, foi inaugurada a primeira central de reciclagem da capital mineira e tinha a capacidade de processar cerca de 120 toneladas por dia. A usina ficou conhecida como um sistema inédito por ser uma iniciativa de reciclagem a partir da captação ordenada de resíduos (PINTO, 1999).

No ano de 1996, no bairro da Pampulha, foi inaugurada e instalada a segunda usina de reciclagem com capacidade de processamento em torno de 240 toneladas por dia (MELO, 2016).

Também no ano de 1996, no interior do estado de São Paulo em Ribeirão Preto, foi inaugurada uma usina com capacidade de produção média de 240 toneladas por dia. Seu projeto fez parte do Programa para Correção Ambiental e Reciclagem do RCD, elaborado nos moldes do programa de Belo Horizonte. Até 1999, foi registrada uma produção média diária de 45 metros cúbicos (PINTO, 1999). No mesmo ano, na cidade de São José dos Campos, no município de São Paulo, foi implantada uma

usina de reciclagem, porém foi desativada em junho de 1998. Durante esses dois anos, recebeu pouca quantidade de resíduos, no máximo, 10 caminhões por dia, e processou 30% de sua capacidade (PINTO, 1999).

Sendo assim, dando um apanhado geral, no Brasil, até o ano de 2002 existia (16) dezesseis usinas de reciclagem de entulho. Entre o ano de 2002 até o ano de 2009, foram instaladas 47 usinas no país, sendo 51% pertencendo ao setor público e 49% ao setor privado (MIRANDA, ÂNGULO E CARELI, 2009).

De acordo com a pesquisa setorial da Associação Brasileira para reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição, no ano de 2019 existia 360 usinas acumuladas no país (320 cadastradas e uma estimativa de 40 usinas não identificadas). Esses valores apresentam uma primeira aproximação para as estimativas nacionais. No ano de 2021, a ABRECON admite a existência de 380 usinas. Além de fazer esse levantamento, a Associação Brasileira também monitorou as mudanças tecnológicas ocorridas nas usinas de reciclagem no Brasil (ABRECON, 2020). A tabela a seguir, representa as mudanças ocorridas de acordo com cada geração:

Tabela 2: Mudanças tecnológicas ocorridas nas usinas de reciclagem no Brasil

<p>1<sup>a</sup> Geração Maioria das usinas até 2002.</p>	<p>Ambiente de negócio com pouca regulamentação e predominância de usinas públicas de reciclagem, produção pequena e com poucos instrumentos de operação. As usinas eram centradas na aquisição de britadores, e havia pouca preocupação com as demais operações do processo.</p>
<p>2<sup>a</sup> Geração Entre 2002 e 2010.</p>	<p>Maior regulamentação e normatização do segmento. Crescimento de usinas ainda tímido e redução na participação relativa das usinas públicas em relação ao total (usinas públicas e privadas).</p>
<p>3<sup>a</sup> Geração Entre 2010 e 2020</p>	<p>Criação de controles eletrônicos do RCD, disseminação de conhecimento por meio de cursos, workshops, seminários e missões técnicas. Crescimento mais acentuado do mercado de usinas, ATT e aterros de inertes. Avanço mais significativo da história do setor.</p>
<p>4<sup>a</sup> Geração A partir de 2020</p>	<p>Unidades de reciclagem com maior controle da produção, baseado em conjuntos mais completos de triagem e britagem, introdução de procedimentos de lavagem em algumas usinas, sofisticação das normas técnicas e medidas de produtividade por meio de softwares.</p>

Fonte: ABRECON, 2020/Adaptada pela Autora.

De acordo com os empresários, as usinas de reciclagem são consideradas como boa alternativa de investimento porque possui um baixo investimento de capital e alta taxa de retorno, por esses motivos que houve um aumento do número de usinas privadas instaladas. Para exemplificar,

dependendo do mercado local, se uma usina que possui uma capacidade real de produção de 250 m<sup>3</sup>/dia pode apresentar um custo total de investimento mais ou calculado em R\$ 650.000,00 e pode ter uma taxa mensal de retorno próxima a 4,5%, caso atinja sua capacidade máxima de produção e a comercialize os produtos (MIRANDA, 2009).

## **2.3. Instalação, Operação e Equipamentos Utilizados na Usina de Reciclagem**

### **2.3.1- Instalação**

Para a instalação de uma usina de reciclagem são necessárias algumas avaliações e requisitos. Em relação as avaliações necessitam-se analisar as características principais dos resíduos, o volume gerado de entulho, áreas disponíveis e com possibilidades de industrialização. Além dessas avaliações, também precisa de uma equipe operacional, investimentos em equipamentos e obras civis. Com isso, pode-se dar início ao planejamento econômico do trabalho de reciclagem. Em relação ao processo de instalação de uma usina de reciclagem, seu projeto pode ser desenvolvido de acordo com plantas com diferentes características, sendo elas: fixas, semimóveis ou móveis. (TÉCHNE, 1995 APUD CUNHA, 2007).

As instalações fixas são recomendadas para atividades com localização definitiva, como por exemplo, fábrica de cimentos, minerações e pedreiras. Entre as vantagens da planta fixa, estão a probabilidade de produção de vários produtos reciclados com uma qualidade melhor e o possível manuseio de equipamentos maiores com potencias mais altas. Com isso, essas características permitem um melhor processo, britagem, remoção das impurezas e peneiramento dos resíduos (JADOVSKI, 2005).

As instalações semimóveis são indicadas para atividades de médio prazo, com tempo de montagem limitada, sendo assim, sua instalação é rápida, econômica e de fácil acesso, essas são as principais características desse tipo projeto. Essas montagens são construídas em cima de bases metálicas e possuem baixa altura, facilitando sua manutenção e sua instalação. Exemplos de locais para desse tipo de projeto: pedreiras para construção de estradas e instalações para barragens de hidrelétricas (FÁBRICA, 1985, APUD JADOVSKI, 2005).

De acordo com Ferreira (2014), as instalações móveis são indicadas para os empreendimentos que requerem mobilização constante, tempo mínimo de montagem, eliminando os custos das sucessivas montagens, desmontagens e do transporte. Geralmente são utilizadas em serviços de manutenção de estradas, exploração de jazidas e prospecção geológica. As vantagens das plantas móveis são: Menor custo e menor tempo de instalação e Redução dos custos de transporte do material de demolição para a planta de reciclagem.

É de extrema importância planejar a escolha de um ambiente adequado para instalação de uma usina de reciclagem de RCC. Como exemplo de uma locação mal planejada, uma usina projetada para reciclar 1.000 t/dia operava apenas com 50% de sua capacidade devido ao local de sua instalação que ficava muito distante dos centros geradores e daqueles que deveriam entregar seus resíduos, pois são eles que alimentam a unidade (COUTO NETO, 2017). A localização deve atender:

1. à regulamentação do uso do solo no município;
2. à identificação das regiões geradoras dos maiores volumes de resíduos; e
3. à existência de eixos viários para facilitar o deslocamento de veículos de maior porte.

Segundo Bohnenberger, José Carlos et al (2018), além dos aspectos que devem ser levados em conta sobre a localização de uma usina de reciclagem de RCC, também precisa ter preocupação em relação ao impacto ambiental que elas podem causar, com isso, também precisa ser levado em consideração a emissão de poeira, a segurança e a proteção dos operários e o nível de ruídos emitidos pela URE.

A NBR 15114 (ABNT, 2004), descreve e assegura sobre requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A. Além disso, determina que o local escolhido para instalação de uma usina de reciclagem de RCC deve ressaltar a redução dos impactos ambientais, promover o aumento do consentimento das pessoas e o entendimento às legislações ambientais vigentes e leva em consideração a análise da vegetação, hidrologia e as vias de acesso para conseguir avaliar se o local está apto para a implantação da usina (BOHNENBERGER, JOSÉ CARLOS ET AL 2018).

### **2.3.2. Operação**

Segundo Jadovski (2005), por causa da variedade e contaminação dos RCC a operação da usina de reciclagem necessita de um sistema de controle de qualidade diferenciado, constituído por separação manual dos contaminantes e equipamentos complementares, como por exemplo, o separador magnético. Sendo assim, deve-se levar em consideração as seis etapas básicas, entre elas: limpeza, seleção prévia, homogeneização, trituração, extração de materiais metálicos e estocagem.

De acordo com Brito Filho (1999), para avaliar a capacidade de operação de uma usina de reciclagem são importantes os seguintes fatores:

- A área de implantação da usina recicladora deve ser mais afastada dos locais de residências e centrais, para que não haja uma sobrecarregada do tráfego e deve ser mais aproximada das fontes geradoras e dos locais de uso;
- Gastos de transporte entre: a área de geração e a usina, a área de consumo e a usina, a área de geração e o aterro sanitário;
- Qualidade e Quantidade do RCC/RDC que será reciclado e a destinação que se pretende para o mesmo;
- Gastos de equipamentos e despesas em um todo;
- Mão de obra especializada: menos de dez funcionários são suficientes para operar uma usina de reciclagem, representando de 20 a 30% dos custos de operação;
- Projeto, layout e eficiência da unidade recicladora: com o intuito de maximizar a eficiência e o desempenho da usina de reciclagem, deve-se considerar o projeto e o layout de operação, a capacidade de produção e o tamanho dos equipamentos, utilizando-se plantas com maior capacidade de produção para reciclagem de resíduos de concreto;

Segundo Wilburn e Goonan (1998) apud Jadovski (2005), o projeto da usina pode sofrer algumas alterações, como por exemplo a expansão da produção ou mudança de granulometria. Sendo assim, existem alguns aspectos técnicos que também precisam ser levados em consideração:

- Quantidades de produção: a seleção dos produtos e suas quantidades a serem gerados devem retratar a situação do mercado para sua absorção;
- Características do material: a qualidade do material a ser processado influencia nos produtos, na eficiência da usina e no número de funcionários a serem utilizados no processo. Os resíduos de concreto contêm outros materiais que precisam ser retirados manualmente, tais como: madeira, alumínio e plástico, sendo assim pode aumentar os custos de mão de obra.
- Especificação dos produtos reciclados: os agregados produzidos devem atender as especificações para os fins aos quais se destinam.

Conforme Lima (1999), as usinas de reciclagem também devem tomar algumas medidas em relação minimização de poeira e ruído, sendo assim, com o objetivo de minimizar ou eliminar os impactos ambientais, existem as seguintes orientações:

- Para ajudar a conter a poeira e o ruído, deve-se plantar cerca viva em volta da usina, melhorando a imagem do local;
- Cobrir a área da usina com material reciclado, para que quando for compactado ajuda a diminuir o pó produzido pelo tráfego dos automotores;

- Revestir o equipamento britador com manta anti-acústica e das áreas de impacto com manta de borracha para minimização da emissão dos veículos;
- Reduzir a distância de descarga dos materiais nos pontos de transferência;
- Instalar aspersores de água nos pontos de entrada e saída de materiais para minimizar a emissão de pó.

### **2.3.3. Equipamentos Utilizados**

No Brasil, para a operação de uma usina de reciclagem são utilizados equipamentos simples, porém necessários, sendo eles: pá carregadeira ou retroescavadeira, alimentador vibratório, transportadores de correia, os britadores de mandíbula e/ou os britadores de impacto, o cone de britagem, separador magnético ou eletroímã, os moinhos de rolo (CUNHA, 2007).

De acordo com Miranda (2009), um ciclo correto de reciclagem deve levar em consideração as propriedades da matéria-prima dos resíduos de construção civil, que normalmente contém diversos materiais junto ao RCC, como por exemplo: papel, plástico, madeira, gesso, amianto e solo. Sendo assim, esses materiais precisam ser retirados, através da etapa de triagem manual ou por processos mecanizados. O modelo do equipamento usado e a origem do RCC podem interferir nas propriedades significativas do agregado, como lamelaridade e teor de finos, e na viabilidade econômica da usina.

Segundo Ferreira (2014), o modelo e regulagem dos equipamentos e os procedimentos escolhidos no processo de reciclagem afetam as principais características dos reciclados, sendo elas: a composição, o teor de impurezas, a granulometria e a forma e resistência dos grãos. Os equipamentos são capazes de produzir vários tipos de agregados com características diferentes.

A tabela 3 abaixo apresenta o desempenho dos equipamentos de britagem em concreto, a forma como equipamento fragmenta o concreto e a aplicação mais adequada a que se destina o material.

Tabela 3: Desempenho dos equipamentos de britagem.

<b>Equipamentos</b>	<b>Funcionalidade</b>
<b>Britador de mandíbula</b>	O material chega à câmara de britagem onde é literalmente triturado por mandíbulas
<b>Cone de britagem</b>	O material chega à câmara de britagem onde é esmagado contra as paredes de um cone.
<b>Moinhos de martelos rotativos ou britador de cilindros</b>	O material é conduzido por uma correia transportadora até a câmara de britagem onde será esmagado.
<b>Britadores de impactos</b>	O material após atingir a câmara de britagem sofre sucessivos impactos por martelos que giram permanentemente.
<b>Moinhos de rolo</b>	O material é depositado manualmente na câmara de britagem que por esmagamento é transformado em areia com granulometria desejada.

Fonte: Levy (1997), adaptado pela Autora.

## 2.4 Agregados Reciclados

Como uma maneira sustentável em conjunto com valor econômico, social e ambiental, a reciclagem dos de resíduos de construção civil (RCC) passou a ser visada e praticada em relação aos materiais do setor de construção civil que seriam descartados, pois traz inúmeras vantagens técnicas para esses três setores (SOUZA, SEGANTINI E PERREIRA, 2008).

Segundo Cunha (2007), a reciclagem também pode ser considerada como uma maneira de reeducar a sociedade em seus costumes, visando o consumo reduzido dos recursos naturais e o melhor reaproveitamento dos materiais. Se o uso dos reciclados for mais incentivado pela legislação e/ou pelas forças de mercado, uma enorme quantidade de novos materiais será fundada, atendendo às necessidades de custo e de soluções para os problemas ambientais.



Segundo Lima (2009), os agregados reciclados são “materiais granulares provenientes do beneficiamento de resíduos de construção que apresentam características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, de aterros sanitários ou outras obras de engenharia”. Sendo assim, agregados reciclados são produtos produzidos do beneficiamento de resíduos da construção por meio do processo de reciclagem. A Figura 21 a seguir identifica os resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento dos mesmos:

Figura 21: Resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO FORA DO CANTEIRO
LIMPEZA DO TERRENO	SOLOS	REATERROS	ATERROS
	ROCHAS, VEGETAÇÃO, GALHOS	-	-
MONTAGEM DO CANTEIRO	BLOCOS CERÂMICOS, CONCRETO (AREIA; BRITA).	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	MADEIRAS	FORMAS/ESCORAS/ TRAVAMENTOS (GRAVATAS)	LENHA
FUNDAÇÕES	SOLOS	REATERROS	ATERROS
	ROCHAS	JARDINAGEM, MUROS DE ARRIMO	-
SUPERESTRUTURA	CONCRETO (AREIA; BRITA)	BASE DE PISO; ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	MADEIRA	CERCAS; PORTÕES	LENHA
	SUCATA DE FERRO, FÓRMAS PLÁSTICAS	REFORÇO PARA CONTRAPISOS	RECICLAGEM
ALVENARIA	BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS DE CONCRETO, ARGAMASSA	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS, ARGAMASSAS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	PAPEL, PLÁSTICO	-	RECICLAGEM
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS	BLOCOS CERÂMICOS	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	PVC; PPR	-	RECICLAGEM
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	BLOCOS CERÂMICOS	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	CONDUITES, MANGUEIRA, FIO DE COBRE	-	RECICLAGEM
REBOCO INTERNO/EXTERNO	ARGAMASSA	ARGAMASSA	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
REVESTIMENTOS	PISOS E AZULEJOS CERÂMICOS	-	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	PISO LAMINADO DE MADEIRA, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO	-	RECICLAGEM
FORRO DE GESSO	PLACAS DE GESSO ACARTONADO	READEQUAÇÃO EM ÁREAS COMUNS	-
PINTURAS	TINTAS, SELADORAS, VERNIZES, TEXTURA	-	RECICLAGEM
COBERTURAS	MADEIRAS	-	LENHA
	CACOS DE TELHAS DE FIBROCIMENTO	-	-

Fonte: Lima (2009)

As características dos agregados reciclados estão relacionadas ao seu processo de produção, escolha prévia, fases de limpeza, homogeneização, trituração, extração de materiais metálicos, eliminação de contaminantes e estocagem (LEVY, 1997).

Para a análise da viabilidade da aplicação desse novo material, torna-se necessário estabelecer suas características condicionada à sua propriedade e então são realizadas pesquisas que vão analisar suas características físicas, químicas, mecânicas e ambientais (CUNHA, 2007). A tabela e figura a seguir apresentam características das propriedades físicas dos agregados e a granulometria dos mesmos em relação aos equipamentos utilizados:

Figura 22: Propriedades físicas dos materiais.

<b>Propriedades</b>	<b>Descrição</b>
Porosidade	Grande porosidade.
Composição	Grande variabilidade, influenciando na resistência mecânica, absorção de água e massa específica.
Granulometria	Depende do tipo de resíduo processado, britador, peneiramento. Granulometria contínua (finos, que podem oferecer fissuras em argamassas, porém bom desempenho em concretos, em razão do rearranjo entre partículas do agregado e suas superfícies).
Massa específica e massa unitária	Geralmente menor que as dos agregados naturais. Influencia na dosagem do concreto (para um traço unitário, em que o volume do concreto reciclado equivale ao concreto convencional, deverá ser feita uma compensação da quantidade do reciclado).
Absorção de água	Varia em função do resíduo e faixa granulométrica. Alta absorção, interferindo na permeabilidade do concreto (aderência entre agregado e a pasta).
Forma e textura superficial das partículas	Maior angulosidade e superfície áspera.
Resistência à compressão	Influenciada pela porosidade.
Módulo de elasticidade	Mais baixo.
Substâncias deletérias	Prejudica as propriedades mecânicas e a durabilidade.

Fonte: Cunha (2007).

Tabela 4: Características dos agregados através dos equipamentos.

<b>Equipamentos</b>	<b>Características dos agregados</b>
<b>Britador de mandíbula</b>	Agregados grandes. Apresentam distribuição granulométrica ideal para a produção de concretos estruturais.
<b>Cone de britagem</b>	Agregados grandes. Equipamento ideal para utilizar como britador secundário para processar material com diâmetro máximo inferior a 200 mm.
<b>Moinhos de martelos rotativos ou britador de cilindros</b>	Agregados pequenos. São equipamentos raramente utilizados, pois só produzem material de granulometria fina.
<b>Britadores de impactos</b>	Agregados grandes. São equipamentos utilizados para obtenção de agregados com granulometria ideal para aplicação em obras rodoviárias. São menos sensíveis aos materiais que não podem ser britados como as barras de aço de armação.
<b>Moinhos de rolo</b>	Agregados pequenos. Nesse equipamento os agregados produzidos possuem uma granulometria controlada em função do tempo de moagem. O processo de moagem e produção de argamassa é simultâneo.

Fonte: Cunha (2007), adaptado pela Autora.

No ano de 1984 foi realizada a primeira pavimentação com utilização e aplicação de agregados reciclados nas camadas de complementação do subleito, sub-base, sustentando a qualidade e o desempenho da pista de forma satisfatória na via de trânsito em São Paulo (BODI BRITO FILHO E ALMEIDA, 1995 APUD CUNHA, 2007).

De acordo com Lima (2009), a matéria-prima que origina esse material novo é formada dos resíduos através das atividades de construção (RCC classe A) e de material heterogêneo de diferentes formas que podem ser aplicados na “confeção de pavers para pisos, utilização de resíduos de alvenaria, concretos e argamassas em bases para pisos de concreto sem função estrutural e a confeção de blocos de concreto utilizando agregados reciclados de blocos cerâmicos, concreto ou caco de cerâmica”. As figuras 20, 21, 22 e 23 representam alguns exemplos da utilização dos reciclados:

Figura 23: Confeção de caixas de gordura.



Fonte: Lima (2009).

Figura 24: Confeção de pavers.



Fonte: Lima (2009).



Figura 25: Confeção de mobiliário urbano.



Fonte: Lima (2009).

Figura 26: Confeção de blocos.



Fonte: Lima (2009).

### 3. Pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE)

A maioria das cidades brasileiras encontra dificuldades para realizar uma correta gestão dos resíduos de construção e demolição. Estes resíduos, geralmente estão ligados à disposição em locais inadequados, como encostas de rios, terrenos baldios e logradouros públicos. Esse descarte irregular reflete de forma negativa na qualidade de vida da sociedade, na degradação ambiental e aumenta os gastos do município com a limpeza urbana (CAIXA 2011).

De acordo com Borges (2017), os municípios que implementam devidamente sistemas de gestão integrada no sistema público de limpeza urbana, na maioria das vezes provém de áreas transbordo e triagem para recebimento de pequenos volumes de RCC e gerenciam os mesmo até uma destinação final adequada. Essas áreas recebem o nome popular de ecopontos, pontos de apoio ou Ponto de Entrega Voluntária de entulho (PEVE).

Os pontos de entrega voluntária de entulho, são necessários para evitar a degradação da cidade, assim como diminuir os custos dos órgãos públicos com a limpeza urbana para remoção de resíduos. São criados pelas prefeituras e são instalados em distintas cidades, tendo como principal objetivo equacionar a problemática das disposições clandestinas, promover a substituição do sistema de gestão corretiva por um sistema formal de gerenciamentos dos resíduos da construção civil e podem favorecer o processo de reciclagem e/ou reaproveitamento, sendo uma alternativa para receber materiais recicláveis, não-recicláveis e reaproveitáveis (BORGES, 2017).

A instalação destes PEVE's tem muita importância para os pequenos geradores, que com frequência executam pequenas obras ou reformas, muitas vezes sem acompanhamento de técnico especializado resultando em quantidades de RCC, sendo assim, podem dar uma destinação final adequada para os mesmos. Também são importantes para a operação do aterro de inertes, pois aumenta os níveis de reciclagem destes materiais, assegurando o aumento da vida útil do aterro por causa da segregação prévia até a sua disposição final. Em alguns casos, esse sistema também recebe de resíduos de grandes volumes tais como: móveis, utensílios e eletrodomésticos de grande porte. Existe esse recolhimento para evitar seu descarte irregular, porque frequentemente são descartados em terrenos baldios e por não serem coletados pelo serviço de coleta domiciliar de resíduos sólidos (CAIXA, 2011).

A Norma Brasileira 15.112/2004 determina os requisitos exigidos para projeto, instalação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Dentre eles, estão as condições para instalação do projeto que são divididos em cinco tópicos: isolamento, identificação, equipamentos de segurança, sistema de proteção ambiental e condições para implantação de pontos de entrega de pequenos volumes, ou Pontos de Entrega voluntária.

### **1. Isolamento**

A ATT deve ser dotada de:

- Portão e cercamento no perímetro da área de operação, construídos de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais;
- Anteparo para proteção quanto aos aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética, como, por exemplo, cerca viva arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação.

#### **1.1 Identificação**

A ATT deve ter, na entrada, identificação visível quanto às atividades desenvolvidas e quanto à aprovação do empreendimento.

#### **1.2 Equipamentos de segurança**

A ATT deve dispor de equipamentos de proteção individual, de proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndio. O local da ATT deve possuir iluminação e energia, de modo a permitir ações de emergência.

#### **1.3 Sistemas de proteção ambiental**

Deve ser implantado sistema de proteção ambiental que contemple:

- Sistema de controle de poeira, ativo tanto nas descargas como no manejo e nas zonas de acumulação de resíduos;
- Dispositivos de contenção de ruído em veículos e equipamentos;
- Sistema de drenagem superficial com dispositivos para evitar o carreamento de materiais; e
- Revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem, executado e mantido de maneira a permitir a utilização sob quaisquer condições climáticas.

#### **1.4 Condições específicas para pontos de entrega de pequenos volumes**

Devem ser observadas as condições de 5.1 a 5.4, podendo ser dispensada a implantação de proteção contra descargas atmosféricas e sistema de drenagem superficial.

Pinto e Gonzales (2005) afirmam que as áreas de instalações dos PEVE'S devem ser localizadas em lugares de fácil acesso, próximo a uma via principal, fazer parte da zona urbana, a fim de reduzir as distâncias percorridas pelos agentes coletores para que assim aconteça a formalização das atividades desenvolvidas no local e reduza as deposições clandestinas.

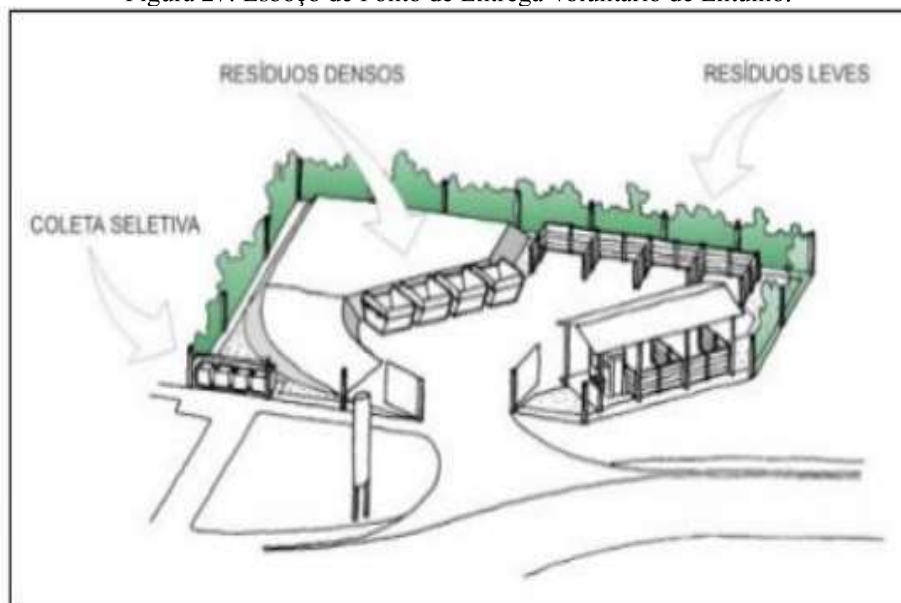
Os pontos de entrega voluntária, neste sistema, são um dos pilares para facilitar o gerenciamento dos RCD, constituindo-se de locais onde serão depositados e concentrados todos os pequenos volumes desses resíduos. São necessárias estruturas físicas corretas que favoreçam a triagem, como o descarte, segregação, remoção dos materiais segregados e ainda propiciem o bem-estar dos funcionários do local, esses fatores são essenciais para dar continuidade da correta gestão dos RCC (CAIXA 2011)

Ainda para o correto funcionamento do PEVE são observadas outras diretrizes, segundo NBR 15.112/2004:

- Os resíduos recebidos devem ser triados;
- Os resíduos devem ser classificados pela sua natureza e armazenados em locais diferentes;
- Os rejeitos resultantes da triagem devem ser destinados adequadamente;
- Deve-se evitar o acúmulo de material não triado.

De acordo com as recomendações da NBR 15.112 (ABNT, 2004) a figura 27 apresenta um esboço de melhor maneira para instalação de um Ponto de Entrega Voluntário de Entulho:

Figura 27: Esboço de Ponto de Entrega Voluntário de Entulho.



Fonte: Pinto, Gonzales (2005)

De acordo com Borges (2017), conforme as questões citadas, pode-se concluir que para que os ecopontos ou PEVs atinjam boa eficiência e atenda às necessidades da população do entorno, eles precisam ser instalados e administrados de maneira correta e eficaz e precisam ser orientados e incentivados pelo poder público municipal, com isso, irão conseguir favorecer o processo de reciclagem e/ou reaproveitamento, porque os mesmos estimulam a segregação dos RCC e fazem a ligação entre o gerador e a usina de reciclagem do resíduo. As legislações e normatizações vigentes no Brasil, não determinam sobre a limitação da metragem cúbica de RCC e volumosos a serem depositadas nos PEVE'S, mas a maioria das cidades limita essa capacidade em um ou dois metros cúbicos por agentes transportadores.

Pinto (1999), explica que esses locais, são áreas determinadas para recepção de quantidades de resíduos transportados por carroceiros, transportadores autônomos, coletores autônomos ou veículos particulares. É importante ressaltar que os Grandes Geradores são autorizados a depositar seus resíduos no PEV, devendo estes destinar seus resíduos de acordo com a legislação vigente.

Além da instalação de uma infraestrutura adequada para o gerenciamento ambientalmente correto dos RCC, também são necessárias promover a participação de instituições locais, associações, escolas, universidades para promover ações e programas de educação ambiental com a comunidade local e introduzir núcleos permanentes de gestão que visem orientar os processos e monitorar os resultados, bem como conscientizar os geradores em relação à geração e descarte consciente dos resíduos de construção civil, sendo assim, contribuindo para reduzir os problemas ambientais da região (CAIXA, 2011).



#### 4. Aterro de Inertes

De acordo com a Norma Brasileira **NBR15113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**, o aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes é definido da seguinte maneira:

“Área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA n° 307, e resíduos inertes no solo, visando a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente” (NBR15113/2004)”.

De acordo com Cruz et al (2015), pode-se dizer que o aterro de inertes é considerado como uma tecnologia moderna de tratamento dos RCC's, sendo uma solução eficiente para a disposição desses resíduos podendo reduzir o problema encontrado no município. Também por meio da NBR 15.113, o aterro de inertes tem seus detalhamentos técnicos embasados por meio desta resolução e esta norma trata-se, portanto, sobre à instalação completa e às atividades que nela se processam, ou seja, inclui o local, a massa de resíduos, as estruturas pertinentes e os sistemas de implantação, operação e monitoramento.

Sendo assim, segundo a Norma Brasileira NBR 15.113/2004 sobre **as condições de implantação** de aterros da construção civil classe A e resíduos inertes, o local escolhido deve seguir os seguintes os critérios:

- a) o impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado;
- b) a aceitação da instalação pela população seja maximizada;
- c) esteja de acordo com a legislação de uso do solo e com a legislação ambiental.

Estipula-se também que para a avaliação da adequabilidade de um local a esses critérios, os seguintes aspectos devem ser observados:

- a) geologia e tipos de solos existentes;
- b) hidrologia;
- c) passivo ambiental;
- d) vegetação;
- e) vias de acesso;
- f) área e volume disponíveis e vida útil;
- g) distância de núcleos populacionais.

Já em relação as **Condições de operação** a Norma Brasileira NBR 15.113/2004 estabelece os seguintes critérios:

#### **1.1 Recebimento de resíduos no aterro**

Somente devem ser aceitos no aterro os resíduos da construção civil e os resíduos inertes.

#### **1.2 Triagem dos resíduos recebidos**

Os resíduos recebidos devem ser previamente triados, na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem ou em área de triagem estabelecida no próprio aterro, de modo que nele sejam dispostos apenas os resíduos de construção civil classe A ou resíduos inertes.

Os resíduos de construção civil das classes B, C ou D devem ser encaminhados a destinação adequada.

**1.2.1** Os resíduos classificados como classe D devem ser armazenados temporariamente protegidos de intempéries.

#### **1.3 Disposição segregada de resíduos**

Os resíduos devem ser dispostos em camadas sobrepostas e não será permitido o despejo pela linha de topo. Em áreas de reservação, em conformidade com o plano de reservação, a disposição dos resíduos deve ser feita de forma segregada, de modo a viabilizar a reutilização ou reciclagem futura.

Devem ser segregados os solos, os resíduos de concreto e alvenaria, os resíduos de pavimentos viários asfálticos e os resíduos inertes.

Pode ser ainda adotada a segregação por subtipos.

#### **1.4 Equipamentos de segurança**

Nos aterros de que trata esta Norma devem ser mantidos equipamentos dimensionados conforme Normas Brasileiras específicas para proteção individual dos funcionários e para proteção contra descargas atmosféricas e combate a incêndio nas edificações e equipamentos existentes.

#### **1.5 Inspeção e manutenção**

Os responsáveis pela operação devem identificar e corrigir problemas que possam provocar eventos prejudiciais ao meio ambiente ou à saúde humana, em conformidade com os planos descritos em 6.4.6.2 e 6.4.6.3.

#### **1.6 Procedimentos para registro da operação**

Deve ser mantido na instalação, até o fim da vida útil e no período pós-fechamento, um registro da operação com as seguintes informações:

- a) descrição e quantidade de cada resíduo recebido e a data de disposição (incluídos os CTR);
- b) no caso de reservação de resíduos, indicação do setor onde o resíduo foi disposto;
- c) descrição, quantidade e destinação dos resíduos rejeitados;
- d) descrição, quantidade e destinação dos resíduos reaproveitados;
- e) registro das análises efetuadas nos resíduos;
- f) registro das inspeções realizadas e dos incidentes ocorridos e respectivas datas;
- g) dados referentes ao monitoramento das águas superficiais e subterrâneas.

O registro deve ser mantido em caso de alteração de titularidade da área ou empreendimento e para eventual apresentação de relatórios

Conforme Soares *et al.* (2019) em relação as características de operação do aterro de inertes, o descarte do material, ocorre a partir do lançamento e compactação através do maquinário chamado trator esteira com lâmina tendo como finalidade formar um talude estável. Depois do processo de compactação, é lançada uma camada de solo sobre os resíduos para evitar a proliferação de vetores. Pode-se dizer que a operação é semelhante a um aterro controlado, porém no aterro de inertes não são utilizadas membranas para proteção do solo e das águas subterrâneas.

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

O estudo de caso constitui uma das muitas modalidades de delineamento da pesquisa qualitativa e envolve múltiplas fontes de evidências. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso pode ser baseado em seis fontes potenciais de informação, sendo estas: documentos, registros, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos.

Sendo assim, para realização deste trabalho, utilizou-se como objeto de investigação do estudo de caso os métodos e processos da gestão de resíduos da construção civil dos agentes públicos e privados no município de Campos dos Goytacazes, sendo eles: a usina de beneficiamento de britagem, os pontos de entrega voluntários de entulho e o aterro de inertes.

No presente estudo, foram utilizados diferentes instrumentos para o delineamento da pesquisa. O primeiro deles foi a realização de uma pesquisa bibliográfica nas bases do Portal de Periódicos da CAPES e nas Normas Brasileiras. Também foram realizadas visitas técnicas e levantamentos com entrevistas e aplicação de questionários aos gestores responsáveis em cada setor dos objetos em questão e também aos catadores dos resíduos existentes nos pontos de entrega voluntário de entulho.

Nas visitas técnicas, realizou-se observação direta das características e funcionamento da usina de beneficiamento de britagem, dos pontos de entrega voluntários de entulho e do aterro de inertes, para fins de coleta de informações sobre o processo de produção e execução dos mesmos. Os fatos acompanhados durante a pesquisa sobre a gestão dos RCC foram registrados por meio de anotações e de fotografias.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Conforme apresentado anteriormente, o presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre a gestão de RCC no município de Campos dos Goytacazes, tendo como objetivo analisar as gestões dos agentes públicos e privados responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos de construção civil, visando descrever e apontar os pontos fortes e fracos dos métodos e processos utilizados, bem como apontar iniciativas de melhorias para o sistema de gestão. As iniciativas analisadas foram: a usina beneficiamento e britagem, os pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE) e o aterro de inertes existente no município.

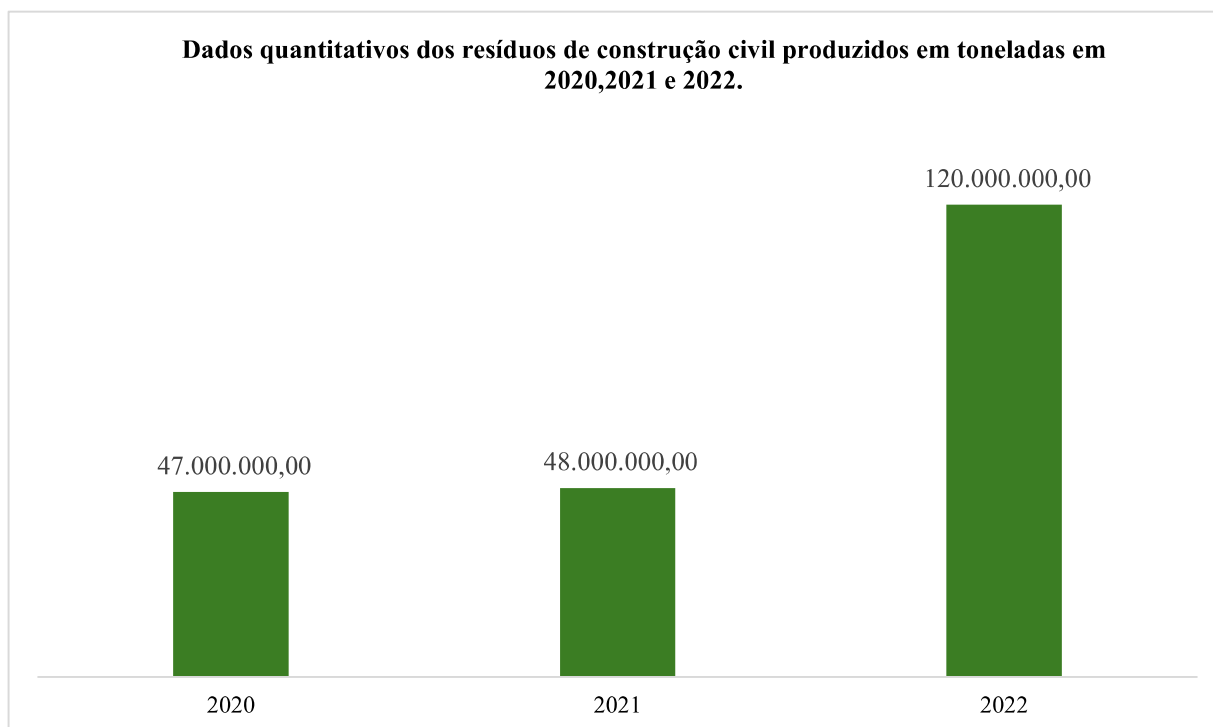
Para adquirir conhecimento e informações sobre os assuntos, foram realizadas pesquisas com referências bibliográficas, entrevistas aos responsáveis por cada setor, entrevistas aos catadores, visitas técnicas presenciais e registros fotográficos nos locais em questão.

Dando um apanhado geral sobre o aumento da produção no setor da construção civil, segundo o panorama dos resíduos sólidos no Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), no ano de 2020 foram coletadas pelos municípios cerca de 47 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD), tendo um aumento significativo de 5,5% em relação aos anos anteriores. Foram coletados 221,2 kg por habitante/ano, tendo como destaque a região Sudeste que coletou cerca de 52% no total coletado em todo país, registrando em média cerca de 24,5 milhões de toneladas coletadas em um ano.

Já no ano de 2021, foram coletados pelos municípios mais de 48 milhões de toneladas de RCD, representando um aumento de 2,9% em relação ao período anterior. A quantidade coletada por habitante foi de cerca de 227 kg por ano. A região Sudeste segue em destaque, sendo que um pouco mais da metade foi coletado nessa região (52%).

De acordo com Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon), a massa total de resíduos da construção e demolição (entulho) gerada no ano de 2022 foi de aproximadamente 120 milhões de toneladas. Grande parte desses resíduos são descartado de forma clandestina em rios, mares, lagoas, nas ruas, em terrenos baldios e até na rua o que implica ainda mais na importância dos municípios investirem no desenvolvimento sustentável relacionado a esse tipo de resíduo.

Figura 28: Dados quantitativos dos resíduos de construção civil produzidos em toneladas em 2020,2021 e 2022.



Fonte: Panorama Abrelpe (2021) e (2022) e Abrecon (2023) Adaptada pela Autora.

Dando continuidade ao trabalho, a primeira parte do estudo foi voltado para a usina de beneficiamento e britagem localizada no Distrito Industrial da Codin, em Guarus, tendo como principal objetivo obter o conhecimento sobre a sua funcionalidade, sendo assim, descrita a seguir:

### **Usina de Beneficiamento e Britagem**

Segundo informações prestadas pelo funcionário responsável pela usina, por meio de entrevista e visita presencial, a concessionaria privada responsável coleta o material bruto oriundo das atividades, obras ou demolições resultantes da construção civil. Em seguida, os entulhos são transportados e depositados no terreno da própria usina. Esse material é acumulado em montantes, em seguida é separado, passando por uma averiguação para saber se apresenta condições de reaproveitamento. Seguindo o processo, os materiais selecionados são transferidos para a parte inicial do processo de britagem para produção dos materiais recicláveis. As figuras a seguir representam os entulhos depositados no terreno:

Figura 29: Entulhos amontoados.



Fonte: A autora.

Figura 30: Entulhos amontoados.



Fonte: A autora.

Para dar início ao processo, os materiais são transportados por uma retroescavadeira passando por uma rampa para o primeiro equipamento chamado de alimentador vibratório. O alimentador recebe o material bruto e misturado, porém no seu próprio sistema existe uma grelha que realiza a segregação dos materiais de acordo com a sua granulometria e em seguida são direcionados para dois caminhos descritos a seguir:



Figura 31: Caminho até o alimentador.



Fonte: A autora.

### **Caminho número 1:**

Após ser depositado no alimentador, o material com granulometria maior (pedras grandes, concretos, blocos) é direcionado por transportadoras para a mesa escolhadora, onde funciona como uma mesa de triagem. Essa parte do processo ocorre de forma manual, sendo realizado por funcionários que são responsáveis por separar e retirar os materiais que não são utilizados no processo de reciclagem dos RCC, sendo eles, plásticos e madeira, sendo considerados como rejeitos.

Os materiais que serão utilizados e que darão seguimento ao processo, são transportados por transportadoras de correia ou esteiras para o próximo equipamento chamado de martelete. Esse equipamento permite a fragmentação dos materiais de grandes dimensões em materiais com dimensões menores. Após a passagem pelo martelete, os resíduos são direcionados por esteira para o próximo equipamento nomeado de separadora magnética, tendo como função segregar os materiais ferrosos que geralmente estão acoplados aos resíduos e depositá-los em uma caçamba.

Após o processo de britagem, o material processado é transportado por uma transportadora de correia levado em direção a peneira separadora ou peneira vibratória onde passam por um processo de peneiramento, sendo encarregada de segregar e classificar os materiais recicláveis que serão

produzidos através das suas granulometrias. Finalizando o caminho 1, os agregados reciclados produzidos são: pó de pedra, brita 0, brita 1, brita 2, podendo esses serem inseridos no mercado e assim utilizado no ciclo produtivo de obras de construção civil.

A maior parte do processo é realizado de forma mecânica, sendo conduzido por um sistema de caixa de máquinas, onde consegue monitorar e controlar a velocidade do sistema e também controlar a peneira separadora, caso tenha apenas a necessidade de produzir um tipo de reciclado, o sistema consegue fechar a passagem para a mesma. A seguir, as figuras exemplificam o caminho 1 do processo de produção de reciclados:

Figura 32: Equipamento alimentador vibratório.



Fonte: A autora.



Figura 33: transportadora.



Fonte: A autora.

Figura 34: Saída da transportadora e mesa separadora



Fonte: A autora.



Figura 35: final da mesa separadora



Fonte: A autora.

Figura 36: Esteira transportadora.



Fonte: A autora.



Figura 37: Martetele



Fonte: A autora.

Figura 38: Separadora magnética



Fonte: A autora.



Figura 39: Esteira transportadora.



Fonte: A autora.

Figura 40: Peneira separadora.



Fonte: A autora.



Figura 41: Peneira separadora e as quatro saídas dos reciclados.



Fonte: A autora.

Figura 42: Exemplos de material reciclado



Fonte: A autora.



Figura 43: Exemplos de material reciclado



Fonte: A autora.

Figura 44: Exemplos de material reciclado



Fonte: A autora.



## **Caminho número 2:**

O caminho 2 é mais simples do que o primeiro, sendo destinado aos resíduos de construção civil com granulometria menor. Após os resíduos de construção civil serem depositados no alimentador, eles são direcionados através de uma esteira para o equipamento chamado de peneira rotativa. Nessa parte do sistema, existem duas peneiras giratórias, sendo uma específica para os resíduos com granulometria mais fina e outra peneira específica para os resíduos granulometria mais grossa. Os agregados reciclados produzidos são dois tipos de areia para serem reutilizados em obras no setor de construção civil. As imagens a seguir, demonstram essa trajetória:

Figura 45: Equipamento alimentador



Fonte: A autora.

Figura 46: Esteira transportadora até a peneira giratória.



Fonte: A autora.

Figura 47: Peneira giratória



Fonte: A autora.



Figura 48: Peneira de abertura de malha maior.



Fonte: A autora.

Figura 49: Peneira de abertura de malha menor.



Fonte: A autora.



Figura 50: Areia fina reciclada



Fonte: A autora.

Figura 51: Areia grossa reciclada



Fonte: A autora.

Observou-se, na visita técnica à usina, que a estrutura de beneficiamento e britagem está se deteriorando pela falta de manutenção e de funcionamento. A usina funcionou no ano de 2021, foi fechada e não voltou a produzir até o momento. Foi relatado pelos funcionários que estavam ocorrendo muito assaltos e roubos de materiais que compõe a usina pela comunidade existente por perto.

Antes, a população tinha acesso livre para depositar os resíduos de construção civil no terreno da usina, porém, depois de um tempo, a empresa responsável passou a cobrar para recebe-los, diminuindo a quantidade de material entregue para a reciclagem e ocasionou o aumento do descarte irregular na cidade.

O não funcionamento da usina de beneficiamento e britagem, influencia negativamente no processo de reciclagem dos resíduos e não ajuda a reduzir o descarte irregular no município. O problema com o descarte irregular e uso da tração animal sempre esteve presente na cidade e, infelizmente, no ano de 2023 essa dificuldade ainda continuou. As imagens fotográficas a seguir evidenciam esses fatos:

Figura 52: Descarte irregular



Fonte: A autora.



Figura 53: Descarte irregular



Fonte: A autora.

Figura 54: Uso da tração animal



Fonte: A autora.

Figura 55: Uso da tração animal



Fonte: A autora.

### **Pontos de Entrega Voluntária de Entulho**

A segunda parte da pesquisa foi voltada para os pontos de entrega voluntária de entulho (PEVE), sob a gestão da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes, também conhecidos popularmente como entulhódromos existentes no município.

Como foi mencionado anteriormente, existem cinco locais destinados para essa atividade. Segundo informações obtidas pela Prefeitura, a fim de dar um melhor ordenamento ao descarte dos resíduos de construção civil, os entulhódromos funcionam de segunda à sexta-feira e aos finais de semana das 7h às 19h. Em relação a estrutura e área dos PEVE, eles possuem em média entre 1.200 e 1.600 metros quadrados, contendo área reservada para material reciclado, guarita e total controle de entrada de descarte, para que o mesmo seja feito de forma ordenada. Nesses locais só podem ser descartados os inertes, material destinado a coleta seletiva e galhadas, não permitindo o lixo orgânico. Sendo assim, dando continuidade à pesquisa, foram realizadas visitas técnicas nos locais destinados para os PEVE.

O primeiro entulhódromo visitado encontra-se localizado na Avenida Nossa Senhora do Carmo, no Parque Rosário. Nesta unidade existem 2 (dois) funcionários e recebem em média 20 (vinte)



toneladas por mês de resíduos, sendo trazidos por caminhões, veículos domésticos, carroças, entre outros. A empresa privada responsável faz o recolhimento desses resíduos 4 (quatro) vezes na semana e direciona para o aterro de inertes. Além da concessionária, existem 10 (dez) catadores fixos que também fazem a coleta dos materiais, sendo sua principal fonte de renda.

Porém, conforme foi observado, esta unidade não recebe apenas resíduos de construção civil, são depositados junto aos entulhos, plantas, isopor, papelão, móveis, argamassa, latinhas, plásticos e resíduos domésticos. A área onde os resíduos são depositados, encontra-se com uma certa organização, porém a área reservada para materiais recicláveis não possui divisórias e não é utilizada de forma correta. A guarita não possui instalações adequadas para os funcionários, algumas telhas também estão quebradas, o banheiro não funciona e o portão de acesso também se encontra quebrado.

Figura 56: Entulhódromo no Parque Rosário.



Fonte: A autora.

Figura 57: Guarita



Fonte: A autora.

Figura 58: Área reservada para materiais recicláveis



Fonte: A autora.



Figura 59: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.

Figura 60: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.

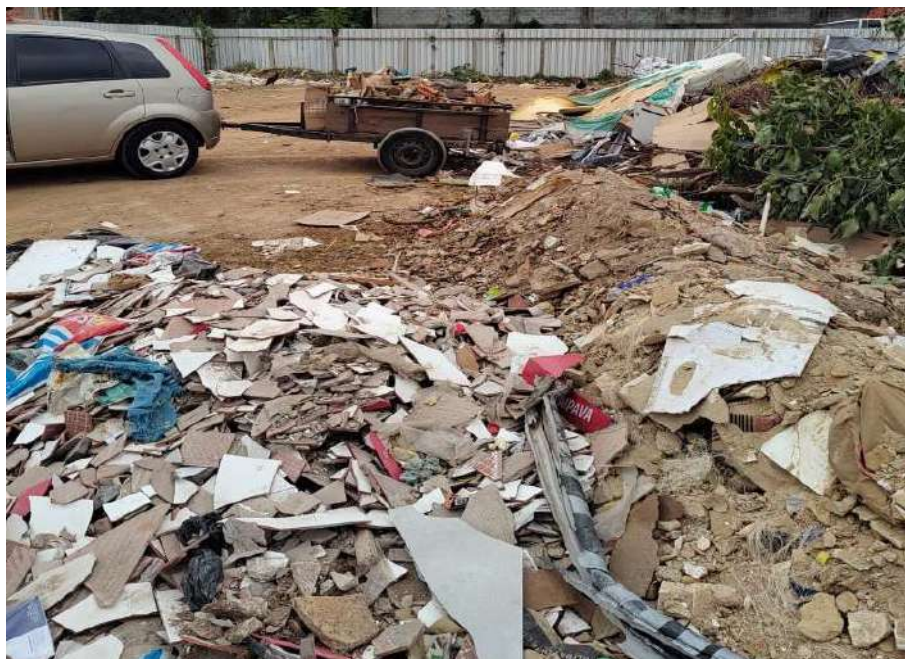


Figura 61: Carroça utilizada para o descarte



Fonte: A autora.

Figura 62: Veículo utilizado para o descarte



Fonte: A autora.

O segundo PEVE analisado é localizado na Av. XV de Novembro, ao lado do cemitério do Caju. Esta unidade funciona com 1 (um) funcionário fixo, 4 (quatro) catadores também fixos e 5 (cinco) catadores volantes.

Conforme a visita realizada, foi observado que esse entulhódromo também recebe qualquer

tipo de resíduo. A concessionária privada responsável faz o recolhimento dos mesmos todos os dias da semana e direciona para o aterro de inertes.

Além dessas informações, essa PEVE foi encontrada com um cenário precário relacionado a limpeza, organização e condições de trabalho. Foi notado uma passagem de esgoto a céu aberto, não existe guarita, banheiro e área de armazenamento para resíduos recicláveis. Os catadores que improvisaram algumas “estruturas” para conseguir permanecer no local com melhores condições. As imagens abaixo ilustram o cenário da PEVE localizada na Avenida. XV de Novembro:

Figura 63: Entulhódromo na Av. XV de novembro.



Fonte: A autora.



Figura 64: Guarita improvisada.



Fonte: A autora.

Figura 65: Esgoto a céu aberto



Fonte: A autora.

Figura 66: Descarte dos resíduos.



Fonte: A autora.

Figura 67: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.



Figura 68: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.

A terceira PEVE analisada fica localizada na Avenida Zuza Mota, no bairro Guarus. Essa unidade possui 2 (dois) funcionários permanentes, uma catadora fixa e 10 (dez) catadores volantes. A empresa privada responsável pela coleta, faz o recolhimento de segunda-feira a sábado.

Assim como nas outras unidades mencionadas anteriormente, esse ponto de entrega voluntária de entulho também recebe todos os tipos de resíduos, porém o resíduo sólido doméstico (RSU) é o mais encontrado e misturado com os entulhos, plásticos, madeira, galhos, pneus, entre outros. Das cinco unidades visitas, essa é a que obtém maior movimento em relação ao recebimento de resíduos, seja por caminhão, carro doméstico ou carroça.

O cenário encontrado em relação aos resíduos, limpeza e organização foi um dos piores, com um alto grau de precariedade. No local existe área para armazenamento de resíduos recicláveis, porém, não são utilizados da maneira correta e não possui divisórias. Existe estrutura para banheiro, mas não funciona e não tem água. Segundo informações, não tem manutenção no local há anos.

Além disso, no dia da visita, uma pessoa que foi depositar seu resíduo, após o seu descarregamento, colocou fogo nos mesmos, aumentando o risco na área e poluindo ainda mais o meio ambiente. As figuras a seguir mostram a unidade localizada na Avenida Zuza Mota:

Figura 69: Entulhódromo na Av. Zuza Mota.



Fonte: A autora.

Figura 70: Área reservada para materiais recicláveis



Fonte: A autora.



Figura 71: Área reservada para banheiro



Fonte: A autora.

Figura 72: Descarte dos resíduos.



Fonte: A autora.



Figura 73: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.

Figura 74: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.



Figura 75: Carroça utilizada para o descarte



Fonte: A autora.

Figura 76: Veículo utilizado para o descarte.



Fonte: A autora.

Figura 77: Veículo utilizado para o descarte



Fonte: A autora.

O quarto entulhódromo visitado encontra-se no bairro Santa Rita, atrás do Shopping Plaza de Guarus. Esta unidade recebe mais resíduos de construção civil e resíduos domésticos, porém, também recebe todos os outros tipos. O recolhimento dos mesmos acontece segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira e, às vezes, acontece aos sábados através da concessionária privada responsável.

Esta unidade conta com a presença de 2 (dois) funcionários, 5 (cinco) catadores fixos e 9 (nove) volantes. A estrutura é composta por guarita, área de armazenamento para resíduos recicláveis e banheiro, porém, assim como nas outras, não são utilizadas de maneira correta, sem manutenção há uns 2 (dois) anos, o banheiro não funciona, sem água e sem luz no local. Segundo informações, a única manutenção realizada é no portão de entrada.

Em relação à limpeza e organização da área, no entorno dos resíduos depositados, encontra-se em um estado regular. As fotografias abaixo ilustram o cenário do ponto de entrega voluntário localizado no bairro Santa Rita:



Figura 78: Entulhódromo no bairro Santa Rita



Fonte: A autora.

Figura 79: Área reservada para banheiro



Fonte: A autora.

Figura 80: Área reservada para materiais recicláveis



Fonte: A autora.

Figura 81: Descarte dos resíduos.



Fonte: A autora.



Figura 82: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.

Figura 83: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.

Finalizando as visitas, o último PEVE fica localizado na Avenida Newton Guaraná, no bairro da Penha. Esta unidade também recebe todos os tipos de resíduos e a concessionária responsável realiza a coleta 3 (três) vezes na semana. No local, existem 2 (dois) funcionários e 6 (seis) catadores fixos no local.

Em relação a estrutura, existe uma guarita e uma área sinalizada com divisórias direcionada para os materiais recicláveis, porém não são utilizadas da maneira correta e tem um agravante relacionado a quantidade elevada de vidros recebidos na unidade que não está recebendo a coleta devidamente correta dos mesmos. Não tem portão de entrada, banheiro, luz, água e a contenção do muro está caindo, quem fez o reforço foi o próprio funcionário, ou seja, o local se encontra em condições precárias.

Esse PEVE foi instalado com um diferencial, pois também se trata de um local de referência para troca de óleo por produtos de limpeza, porém está há meses sem receber os produtos e conseqüentemente a troca não está sendo realizada o que prejudica a gestão dos RCC.

Figura 84: Entulhódromo na Av. Newton Guaraná.



Fonte: A autora.



Figura 85: Cartaz para a troca de óleo usado.



Fonte: A autora.

Figura 86: Guarita e área para materiais recicláveis



Fonte: A autora.

Figura 87: Descarte dos resíduos.



Fonte: A autora.

Figura 88: Descarte dos resíduos.



Fonte: A autora.



Figura 89: Descarte dos resíduos.



Fonte: A autora.

Figura 90: Descarte dos resíduos



Fonte: A autora.

## **Aterro de inertes**

A última parte da pesquisa foi voltada para a análise do aterro de inertes existente na cidade, localizado no Distrito Industrial da Codin. Infelizmente, não puderam ser adquiridas muitas informações sobre esse assunto, pois não foi disponibilizado formalmente pela empresa privada responsável pelo aterro. As informações obtidas foram por meio de entrevista com o responsável do setor e visita técnica ao local.

Segundo informações obtidas na entrevista, o aterro no presente momento possui 5 (cinco) camadas/células e cada uma delas possui 15 metros de altura. Pela limitação da estrutura, não possuindo mais sustentação para aguentar outra camada, no momento atual, essa é a última que o terreno suporta.

Além das células existentes, o aterro possui 5 (cinco) poços de monitoramento de águas subterrâneas localizado no pé do aterro, permitindo a avaliação de possíveis influências do líquido percolado podendo influenciar na qualidade das águas subterrâneas.

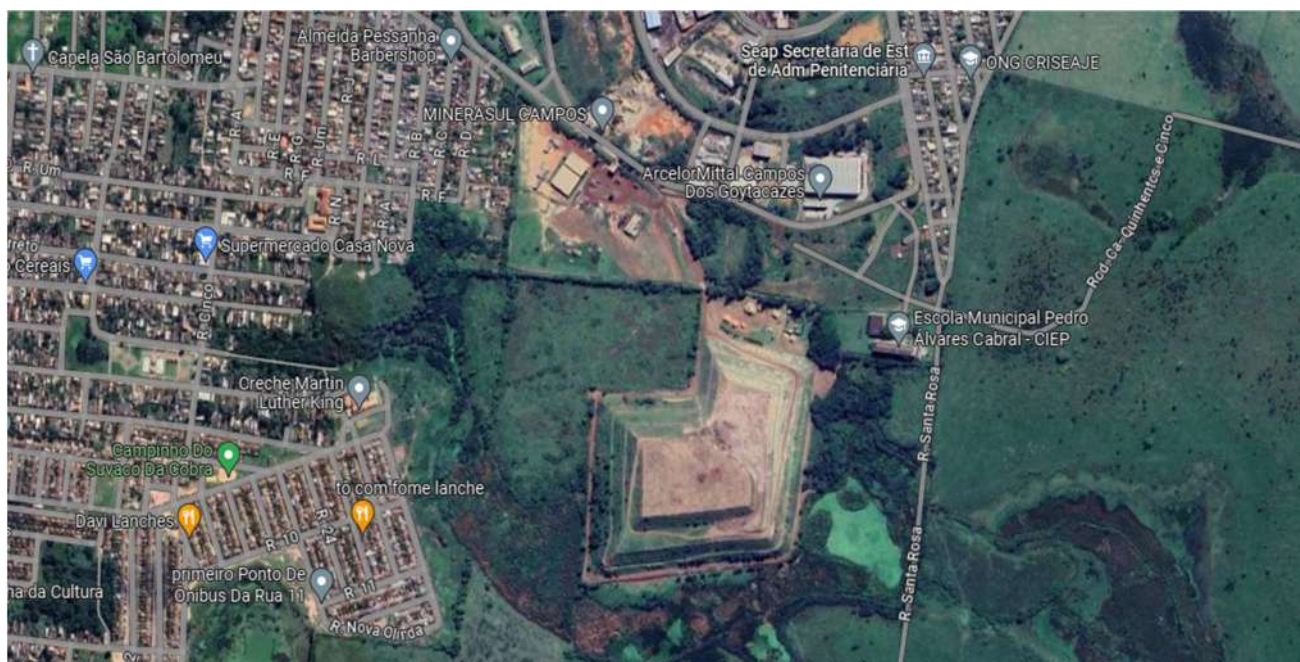
Em sua estrutura também possui sistema de dreno de gases, o que permite coletar e conduzir o líquido percolado o que ajuda na redução das pressões internas no maciço, além de encaminhar o efluente para o seu devido local de tratamento.

Conforme observado na visita ao local, o fluxo de caminhões chegando ao aterro para descartar os resíduos, é bem alto e não ocorre a triagem dos materiais. Infelizmente, alguns caminhões possuem em sua caçamba resíduos sólidos urbanos misturados com os resíduos de construção civil. Além dos caminhões caçambas e basculhastes da empresa, também recebem caminhões de empresas particulares. O transporte é a etapa na qual o RCC é retirado da fonte geradora para as estações de transferência, tratamento ou ainda para a área de destinação final. Para realizar essa atividade as empresas transportadoras precisam possuir licença para realizar o transporte do resíduo.

O equipamento utilizado para compactação dos resíduos e do solo é o trator de esteira, mas, às vezes, utiliza-se uma retroescavadeira. Também não foi permitido tirar foto do aterro de inertes, sendo assim, para ilustrar, segue as imagens obtidas através do google maps:



Figura 91: Localização do aterro de inertes



Fonte: Google Maps.

Figura 92: Localização do aterro de inertes



Fonte: Google Maps.

A respeito da localização do aterro, o empreendimento está situado numa região muito distante da região central do município, o que implica no aumento do percurso do veículo que realiza a coleta e o transporte do resíduo até o aterro de inertes.

Na visita, observou-se que existem 5 (cinco) camadas no aterro. Em relação a última camada, ainda falta bastante área para o seu preenchimento, mas é um assunto que já precisa ser pensado, pois muito em breve a cidade poderá ficar sem recurso para destinação final desse tipo de resíduo.

## 5. CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas, pode-se observar que o município de Campos dos Goytacazes possui algumas alternativas e estruturas voltadas para a gestão dos resíduos de construção civil, seja sob a gestão privada ou pública, visando restringir ou minimizar os danos provocados pela utilização excessiva de matéria prima e pelas grandes quantidades de resíduos gerados no setor da construção civil. Porém, também pode ser observado que é necessário um melhor gerenciamento dessas estruturas tanto pelo setor privado como pelo público.

É de extrema importância reativar a usina de beneficiamento e britagem, sob a gestão privada, pois é uma alternativa inovadora e orientada para a sustentabilidade e inclusão social, sendo uma forma de solução na problemática do entulho, transformando-o em matéria-prima onde se obtém os agregados reciclados. A utilização de materiais alternativos é uma forma adequada de minimizar o passivo ambiental gerado por esse tipo de resíduo e, principalmente, de reduzir a extração das jazidas e dos recursos naturais não renováveis. Os mesmos podem ser usados em novas pavimentações, produção de blocos de alvenaria, concretos entres outros. Os agregados reciclados, possuem um valor mais barato comparados aos agregados naturais, o que significa redução nos custos nas obras realizadas pelo município. O potencial de crescimento desse mercado é proporcional à quantidade de RCC que ainda é desperdiçado.

Como sugestão para obter uma melhor qualidade e triagem dos resíduos de construção civil, pode-se adotar a ideia da desconstrução no lugar da demolição. Seriam retirados os materiais aos poucos, separando cada um para o seu correto descarte para a reciclagem. Sendo assim, os agregados teriam uma qualidade melhor e com menores problemas para uma triagem secundária. Para exemplificar o que poderia ser retirado com um melhor cuidado seriam os blocos cerâmicos, portas, janelas, placas de gesso, revestimentos cerâmicos e revestimentos de madeira.

Em relação aos pontos de entrega voluntária de entulho, sob a gestão municipal, apesar de possuir vários pontos espalhados em diversos lugares da cidade e da coleta dos resíduos funcionar

periodicamente, necessita-se de melhores condições para as infraestruturas disponíveis, com uma manutenção efetiva e com projetos atendendo aos requisitos da NBR 15112/2004. De modo complementar, os catadores informaram que a prefeitura não dá nenhum apoio a eles, e muitos pediram ajuda em relação a trabalho e cestas básicas. Essa aproximação com os catadores também é uma iniciativa importante.

Já em relação ao aterro de inertes, sob a gestão privada, o mesmo possui uma boa estrutura e um bom funcionamento, sendo um processo de destinação final de resíduos inertes de forma correta, permitindo que os resíduos sejam confinados de forma segura no que se diz respeito à preservação do meio ambiente e a proteção da saúde pública. No entanto, faz-se necessário um estudo para sua ampliação, uma vez que se observou a possibilidade de esgotamento de capacidade de aterro da 5ª camada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL- **A lógica perniciosa do aterro de inertes – enterrar tudo**. 2016. Disponível em: <https://abrecon.org.br/artigos/logica-perniciosa-do-aterro-de-inertes-enterrar-tudo>. Acessado em: 09/10/2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL- Pesquisa Setorial ABRECON, 2020. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/pesquisa-setorial-abrecon-2020>. Acessado em 06/04/2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL- **70% do entulho no Brasil é descartado incorretamente**. 2023. Disponível em: <https://abrecon.org.br/artigos/70-do-entulho-no-brasil-e-descartado-incorretamente>. Acessado em: 09/10/2023.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais **PANORAMA, DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**. ABRELPE, 2020.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais **PANORAMA, DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**. ABRELPE, 2021.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais **PANORAMA, DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**. ABRELPE, 2022.

ARIF, Mohammed et al. *Constructionwaste management in India: anexploratorystudy. Constructioninnovation*, 2012.

ALVARENGA, J. C. F. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: uma análise da distribuição espacial dos pontos de entrega voluntária de material reciclável em Viçosa/MG**. Revista Políticas Públicas e Cidades, v. 2, n. 1, p. 45-66, jan./abril, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **10004: Resíduos sólidos - Classificação**.

2 ed. Rio de Janeiro: Cenweb, 2004.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 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. Brasília, DF.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA nº 307**, de 5 de julho de 2002; estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96.

BORGES, Rafael Menezes de Paiva. Proposta de otimização do sistema de pontos de entrega voluntária (PEV) de resíduos da construção civil (RCC), instalados no município de Uberaba-MG. **Mestrado em Tecnologia ambiental**, 2017.

BRITO FILHO, Jerson A. Cidades versus entulhos. **Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil**, v. 2, p. 56-67, 1999

BOHNENBERGER, José Carlos et al. Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 299-311, 2018.

Bodi, J.; Brito Filho, J. A. & Almeida, S. (1995). Utilização de entulho de construção civil reciclado na pavimentação urbana. In: 29ª Reunião Anual de Pavimentação, ABPV, Cuiabá, MT, 3. 409-436

CAIXA, Chamada Pública–Fundo Socioambiental. Implantação de ponto de entrega voluntária para recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil e volumosos, na área continental do município de Florianópolis. 2011.

COUTO NETO, A. G. Construção Civil Sustentável: avaliação da aplicação do modelo de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do SINDUSCON-MG em um canteiro de obras: um estudo de caso. Belo Horizonte, 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CUNHA, Nelma Almeida. Resíduos da construção civil: análise de usinas de reciclagem. **Fichas Técnicas–Entulho da Indústria da Construção Civil. Faculdade de Engenharia Civil, Pós-Graduação em Edificações. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.**

CRUZ, Luiz Carlos da et al. **ANALISE DO CONTEXTO AMBIENTAL E SOCIAL DE AREA URBANA DEGRADADA SITUADA NO BAIRRO BANDEIRANTES NO MUNICIPIO DE CONTAGEM-MG E COM POTENCIAL PARA RECEBIMENTO DE UM ATERRO DE INERTES**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto Alegre, p. 1-8, nov. 2015.

EVANGELISTA, P. P. A.; Costa, D. B. & Zanta, M. V. (2010) *Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção Classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras*. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, 10, (3), p. 23-40.



FÁBRICA DE AÇO PAULISTA- FAÇO. Manual de Britagem, 4. Ed. São Paulo, 1985

FERREIRA, Enildo Tales. Contribuição ao estudo do potencial de aproveitamento de agregados reciclados de RCC produzidos na Usiben-João Pessoa-em concreto estrutural aplicado em lajes pré-moldadas. 2014.

JADOVSKI, I. Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição. 2005, 178, p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2005.

JOHN, Vanderley Moacyr. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LEVY, Salomon Mony; HELENE, Paulo RL. Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos. 1997.

LIMA, Rosimeire S.; LIMA, Ruy Reynaldo R. Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. **Série de Publicações Temáticas do Crea-PR. Curitiba: Crea**, 2009.

LIMA, José Antonio Ribeiro de. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999. . Acesso em: 10 jun. 2023.

LU, W.; Yuan, V. W. Y. (2011) *Construction waste management policies and their effectiveness in Hong Kong: A longitudinal review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 23, (16), p. 214-223.

MELO, Adriana Virgínia Santana. Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil. 2016.

Miranda, L.F.R., Angulo, S., & Careli, E. (2009). A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, 9 (1) 57-71.

MIRANDA, L. F. R. E. A. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. In: *Ambiente Construído*. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 9, 2009. p. 57-71.

MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosemback; ANGULO, Sérgio Cirelli; CARELI, Élcio Duduchi. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. *Ambiente Construído*, v. 9, n. 1, p. 57-71, 2009.

PASCHOALIN FILHO, J., Duarte, E., & Faria, A. (2016). *Geração e manejo dos resíduos de construção civil nas obras de edifício comercial na cidade de São Paulo*. *Espacios*, 37 (6), 30.

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

PINTO, Tarcísio de Paula et al. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. **São Paulo**, v. 189, 1999.

SOARES, Ana Claudia Valério *et al.* ESTUDO DA OPERAÇÃO DE UM ATERRO DE INERTES DE CAMPO MOURÃO-PR. **X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Fortaleza, p. 1-5, nov. 2019.

SOUZA, Márcia IB; SEGANTINI, Antonio AS; PEREIRA, Joelma A. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 205-212, 2008.

TÉCHNE. Minas de entulho. São Paulo: Pini, n.15, p 15-19. mar/abr 1995.

ZORDAN, Sergio Eduardo. A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. 1997. Tese de Doutorado. [sn].

YIN, Robert K. Estudo de Caso-: Planejamento e métodos. Bookman editora, 2015.

## APÊNDICES

### Questionário 1:

<b>1- Quais são as principais fontes geradoras de RCC do município?</b>
<b>2- Qual é a quantidade produzida de RCC \mês?</b>
<b>3- Como é efetuado o gerenciamento dos RCC?</b> <b>Segregação, acondicionamento, coleta e transporte, tratamento e disposição final.</b>
<b>4- Quais as principais dificuldades encontradas para o gerenciamento dos RCC?</b>
<b>5- Existe algum tipo de controle municipal para rastrear os caminhões que fazem o transporte/descarte do RCC?</b>
<b>6- Existe algum tipo de mapeamento das áreas que sofrem o descarte irregular dos RCC?</b>
<b>7- Quantas PEVES estão funcionando e qual sua periodicidade em relação à limpeza?</b>
<b>8- Além das PEVES, quais as práticas estão sendo adotadas a fim de reduzir o descarte irregular de RCC?</b>
<b>9- Existe algum projeto de Educação Ambiental?</b>
<b>10- Em relação aos carroceiros, existe alguma ou pretende ter alguma ação para coibir os carroceiros do município?</b>
<b>11- Sobre o britador, qual a quantidade de resíduo recebido e reciclado?</b>
<b>12- Para a destinação final incorreta, existe aplicação de multa?</b>

**Questionário 2:**

<b>1. Nos anos de 2021,2022 e 2023 quais foram as quantidades de resíduos de construção civil produzidas pelo município?</b>
<b>2. Como é composta a estrutura da usina de beneficiamento e britagem?</b>
<b>3. Como é o processo de operação/produção da usina beneficiamento e britagem?</b>
<b>4. Quais são os materiais reciclados produzidos pela usina e onde eles são aplicados?</b>
<b>5. Qual é a quantidade de resíduo recebido e qual a quantidade de resíduo reciclado/mês pela usina?</b>
<b>6. Qual foi o último período de funcionalidade da usina de beneficiamento e britagem?</b>
<b>7. Quais são as principais dificuldades encontradas para o gerenciamento da usina de britagem?</b>
<b>8. Mesmo sendo permitida pelo poder público a utilização do RCC, observa-se que ainda se usa pouco para aplicação em obras. O que influencia na decisão de utilização do agregado reciclado para o natural?</b>
<b>9. Quantas PEVES estão funcionando no ano de 2023?</b>
<b>10. Como é composta a estrutura das PEVES?</b>
<b>11. Como é o processo de operação das PEVES?</b>
<b>12. Como é efetuado a manutenção e o monitoramento das PEVES?</b>
<b>13. Qual é a quantidade de resíduo recebido pelas PEVES?</b>
<b>14. Como é composta a estrutura do aterro de inertes?</b>
<b>15. Como é o processo de operação do aterro de inertes?</b>
<b>16. Como é efetuado a manutenção e o monitoramento do aterro de inertes?</b>
<b>17. Qual é a quantidade de resíduo recebido pelo aterro de inertes?</b>
<b>18. O município continua sem o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos previsto na Seção IV da Lei 12.3025/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)?</b>