

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

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NO MUNICÍPIO DE  
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARIÁH PEREIRA SOARES PESSANHA SOARES

MACAÉ-RJ

2023

MARIÁH PEREIRA SOARES PESSANHA SOARES

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NO MUNICÍPIO DE  
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

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. José Augusto Ferreira da Silva

Coorientador(a): Dr. César Luís Siqueira Junior

MACAÉ-RJ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S676g Soares, Mariáh Pereira Soares Pessanha, 1992-.  
Gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC) no município de Campos dos Goytacazes - RJ / Mariáh Pereira Soares Pessanha Soares — Macaé, RJ, 2023.  
67 f.: il. color.

Orientador: José Augusto Ferreira da Silva, 1970-.  
Coorientador: César Luís Siqueira Junior, 1976-.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Macaé, RJ, 2023.  
Inclui referências.  
Área de concentração: Sustentabilidade Regional.  
Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

1. Resíduos da construção civil. 2. Resíduos como material de construção - Campos dos Goytacazes (RJ). 3. Materiais de construção - Reaproveitamento. 4. Resíduos sólidos - Aspectos ambientais. I. Silva, José Augusto Ferreira da, 1970-, orient. II. Siqueira Junior, César Luís, 1976-, coorient. III. Título.

CDD 363.728 (23. ed.)


Dissertação intitulada **GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**, elaborada por **Mariáh Pereira Soares Pessanha Soares** 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: 23/10/2023


Banca Examinadora:

**JOSE AUGUSTO FERREIRA DA SILVA:06989763809** Assinado de forma digital por JOSE AUGUSTO FERREIRA DA SILVA:06989763809  
Dados: 2023.12.12 10:48:09 -03'00'


José Augusto Ferreira da Silva, Doutor em Geografia / Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Orientador

Documento assinado digitalmente  
 Cesar Luis Siqueira Junior  
Data: 12/12/2023 13:05:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

César Luis Siqueira Junior, Doutor em Biociências e Biotecnologia / Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Coorientador

Documento assinado digitalmente  
 MARCOS ANTONIO CRUZ MOREIRA  
Data: 12/12/2023 13:53:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marcos Antonio Cruz Moreira, Doutor em Engenharia Elétrica / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)

Documento assinado digitalmente  
 CLAUDIO HENRIQUE REIS  
Data: 12/12/2023 17:26:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cláudio Henrique Reis, Doutor em Geografia / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Fluminense (UFF)

**DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho à Deus, por ser essencial na minha vida. À minha mãe, Andréa, e ao meu marido, Thiago, que sempre me apoiam, me compreendem e me incentivam.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por me conceder a oportunidade de mais uma realização e por ter me sustentado para conclusão de mais uma fase acadêmica. Mesmo em meio a uma pandemia, com diversas dificuldades e tantas perdas.

Agradeço à minha mãe, Andréa Soares, por todo apoio, incentivo e investimento na minha educação. Por ter me dado amor, me ensinado valores e caráter. E por estar disposta a realizar os meus sonhos.

Ao meu marido, Thiago Soares, que está sempre ao meu lado me apoiando e incentivando em todos os projetos da minha vida, que me dá toda estrutura necessária para eu conquistar meus objetivos e que acredita sempre no meu potencial.

Às pessoas que foram entrevistadas, por contribuir e disponibilizar um pouco do seu tempo compartilhando informações para a execução desse trabalho.

Ao meu orientador, José Augusto, por dedicar tempo e por me auxiliar na construção desse trabalho. Ao Instituto Federal Fluminense, por toda estrutura proporcionada. Ao meu coorientador, César Luís, a todos os professores e membros do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental que sempre proporcionam ensino de qualidade com muito profissionalismo. À todos os colegas de classe, por cada conhecimento e experiência compartilhada.

Ao meu primo, Felipe Soares, que sempre me incentivou a persistir na busca de novos conhecimentos.

Às minhas amigas Laís Bello e Anna Carolina, por acreditarem sempre em mim e por cada palavra de apoio e incentivo.

Aos meus amigos, familiares e todos aqueles que direta e indiretamente colaboraram para a elaboração desse trabalho.

**EPÍGRAFE**

“Dê ao mundo o melhor de você. Mas isso pode não ser o bastante. Dê o melhor de você assim mesmo. Veja você que, no final das contas, é tudo entre você e Deus. Nunca foi entre você e os outros.”

Madre Teresa de Calcutá

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização do sistema de gerenciamento de resíduos .....	19
Figura 2 – RCC depositado em local irregular no bairro Jardim Botânico em Campos dos Goytacazes.....	22
Figura 3 – Entulhódromo na cidade de Campos dos Goytacazes.....	23
Figura 4 – Mapa de localização do município de Campos dos Goytacazes .....	27
Figura 5 – RCC sendo colocado no britador.....	42
Figura 6 – Agregado reciclado separado por granulometria.....	42
Figura 7 – Agregados reciclados (A) e agregados naturais (B).....	44
Figura 8 – Britador da usina de beneficiamento e britagem de resíduos inertes do município de Campos dos Goytacazes.....	50
Figura 9 – Opinião sumária dos entrevistados organizada por tema com base nas entrevistas....	51
Figura 10 – Dificuldades de adesão do agregado reciclado.....	55

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos resíduos da construção civil.....	20
Quadro 2 – Normas regulamentadoras e suas respectivas finalidades .....	21
Quadro 3 – Termos de busca e resultados de pesquisa.....	26
Quadro 4 – Formas de reutilização e reciclagem de RCC .....	32
Quadro 5 – Produtos provenientes da reciclagem de RCC.....	45
Quadro 6 – Termos de busca e resultados de pesquisa.....	48
Quadro 7 – Qualificação e área de atuação dos engenheiros entrevistado.....	49



## 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

ATT – Áreas de Transferência e Triagem

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CW – *Construction Waste*

EMOP – Empresa de Obras Públicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFFluminense – Instituto Federal Fluminense

NBR – Normas Brasileiras Regulamentadoras

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PIB – Produto Interno Bruto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPEA – Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental

RCC – Resíduos da Construção Civil

SCO – Sistemas de Custos e Orçamento

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## **GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

### **RESUMO**

A construção civil é um setor bastante significativo para a economia brasileira. Com sua constante expansão, essa indústria extrai muitos recursos naturais do meio ambiente, além de gerar uma grande quantidade de resíduos da construção civil (RCC), a qual acarreta alguns problemas ambientais e de logística. Nas últimas décadas, torna-se mais evidente uma consciência ambiental coletiva, trazendo à tona que a construção civil tem um forte potencial como agente para o desenvolvimento sustentável. A busca por soluções para reduzir os impactos ambientais causados pelas atividades da construção civil é fundamental para promover um desenvolvimento sustentável no setor, principalmente no uso racional dos recursos naturais e o descarte dos resíduos. A grande relevância para o alcance dessa sustentabilidade é a devida atenção para as questões relacionadas aos RCC. Primeiramente foi feita uma avaliação do atual cenário de descarte de RCC gerados na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. O estudo baseou-se em uma metodologia exploratória de revisão bibliográfica e documental, além da realização de questionário, baseado no método de pesquisa fenomenológico empírico, aplicado aos profissionais da construção civil do município. Com os resultados foi possível a realização de uma análise do atual cenário de gerenciamento de RCC nas obras da cidade, além de traçar estratégias de gerenciamento de resíduos para as obras. Em um segundo momento buscou-se promover a discussão sobre o uso de RCC reciclado, na cidade, visando contribuições para a sustentabilidade ambiental. Para a realização da pesquisa, foi utilizada uma metodologia exploratória-descritiva com revisão bibliográfica, além de entrevistas, seguindo o método fenomenológico, com a participação de engenheiros civis que atuam no município e com informantes-chave da usina de reciclagem, também na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. A partir das informações obtidas, verificou-se que a usina de beneficiamento e britagem de resíduos inertes é importante para sustentabilidade no setor da construção civil, entretanto existem algumas limitações no consumo do agregado reciclado, mas ainda assim foi possível explorar possibilidades para aumentar sua utilização.

**Palavras chave:** Resíduos da Construção Civil. Gerenciamento. Agregado Reciclado. Sustentabilidade.

**MANAGEMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE (CW) IN THE MUNICIPALITY OF  
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ**

**ABSTRACT**

*Civil construction is a very significant sector for the Brazilian economy. With its constant expansion, this industry extracts many natural resources from the environment, in addition to generating a large amount of construction waste (CW), which causes some environmental and logistical problems. In recent decades, a collective environmental awareness has become more evident, revealing that civil construction has a strong potential as an agent for sustainable development. The search for solutions to reduce the environmental impacts caused by civil construction activities is essential to promote sustainable development in the sector; mainly in the rational use of natural resources and waste disposal. The great relevance for achieving this sustainability is due attention to issues related to CW. Firstly, an assessment was made of the current scenario of disposal of CW generated in the city of Campos dos Goytacazes - RJ. The study was based on an exploratory methodology of bibliographical and documentary review, in addition to conducting a questionnaire, based on the empirical phenomenological research method, applied to civil construction professionals in the municipality. With the results, it was possible to carry out an analysis of the current scenario of CW management in the city's works, in addition to outlining waste management strategies for the works. In a second moment, we sought to promote the discussion about the use of recycled CW in the city, aiming at contributions to environmental sustainability. To carry out the research, an exploratory-descriptive methodology was used with bibliographical review was used, in addition to interviews, following the phenomenological method, with the participation of civil engineers who work in the municipality and with a key informant from the recycling plant, also in the city of Campos dos Goytacazes – RJ. From the information obtained, it was verified that the inert waste processing and crushing plant is important for sustainability in the civil construction sector; however there are some limitations in the consumption of recycled aggregate, but it was still possible to explore possibilities to increase its use.*

**Keywords:** *Construction Waste. Management. Recycled Aggregate. Sustainability.*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE QUADROS.....	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	8
RESUMO.....	9
<i>ABSTRACT</i> .....	10
APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	13
<b>ARTIGO CIENTÍFICO 1: GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES</b> .....	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1. Gerenciamento de RCC .....	18
2.2. Políticas e normativas de gestão de RCC .....	20
2.2.1 Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) .....	20
2.2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) .....	21
2.2.3 Normas técnicas .....	21
2.2.4 Legislação Municipal .....	21
2.3. Logística reversa e reaproveitamento de RCC .....	23
3. MATERIAL E MÉTODO.....	25
3.1. Método.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Atual cenário de gerenciamento de RCC em Campos dos Goytacazes .....	28
4.2. Estratégias de gerenciamento de RCC para obras em Campos dos Goytacazes .....	29
4.2.1 Educação Ambiental .....	30
4.2.2 Planejamento.....	30
4.2.3 Classificação.....	30
4.2.4 Triagem.....	30
4.2.5 Acondicionamento.....	31
4.2.6 Reutilização e reciclagem na própria obra.....	31
4.2.7 Transporte.....	33
4.2.8 Destinação final .....	33
5. CONCLUSÃO.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

<b>ARTIGO CIENTÍFICO 2: RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) RECICLADO EM OBRAS DE ENGENHARIA E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ.....</b>	<b>38</b>
1. INTRODUÇÃO.....	39
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	41
2.1. Usinas de reciclagem de RCC .....	41
2.2. Aplicação de RCC reciclado.....	43
3. MATERIAL E MÉTODO.....	47
3.1. Método.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1. Caracterização da usina de reciclagem de Campos dos Goytacazes .....	49
4.2. Síntese das opiniões expostas pelos entrevistados.....	50
5. CONCLUSÃO.....	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
APÊNDICES .....	61

## APRESENTAÇÃO

A construção civil no Brasil possui grande importância na economia do país, sendo um dos maiores setores de produção. Com isso o setor também se torna um grande produtor de resíduos. Esses resíduos ocasionam alguns problemas como degradação do meio ambiente e de logística, principalmente quando são descartados de forma irregular (Nagalli, 2014).

A Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 307 entrou em vigor no ano de 2002 para estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil (RCC) (CONAMA, 2002). E em 2010 foi sancionada a Lei n° 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que atribui a responsabilidade aos geradores de resíduos e ao poder público, além de dispor de orientações relacionadas à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

A questão da degradação ambiental, suas consequências e a promoção do desenvolvimento sustentável se tornaram assuntos cada vez mais recorrentes. A demanda por edificações mais sustentáveis, as exigências por parte dos consumidores, legislações e processos de certificações ambientais, fazem com que empreendedores e construtoras se adequem a melhores processos construtivos (Nagalli, 2014).

As decisões que levam a um baixo índice de geração de resíduos são tomadas desde a fase de concepção do projeto de construção do edifício. Entre elas estão: seleção de materiais de construção de baixo impacto; sistemas construtivos mais eficientes; controles operacionais eficazes e detalhes aprimorados de execução de projetos. Além disso, os autores apontam que a melhor forma de reduzir os impactos de RCC no meio ambiente é evitando e reduzindo sua produção sempre que possível (Paschoalin Filho *et al.*, 2017).

O gerenciamento de RCC precisa ser executado como um conjunto de atividades operacionais com o objetivo de reduzir a geração de resíduos em uma edificação (Nagalli, 2014). A busca por soluções para reduzir os impactos ambientais causados pelas atividades da construção civil é fundamental para promover um desenvolvimento sustentável no setor, principalmente no uso racional dos recursos naturais e o descarte dos resíduos.

Os municípios brasileiros carecem de programas de tratamento e gestão que promovam a redução, orientem o tratamento ou promovam a destinação correta dos RCC. Logo, parte integrante de qualquer plano de tratamento e gestão de RCC é a implantação de usinas que reciclam esses resíduos, sejam elas públicas ou privadas, respondendo às necessidades de um ou mais municípios (Gularte *et al.*, 2020).

Foram coletados mais de 48 milhões de toneladas de RCC nos municípios brasileiros em 2021,

essa quantidade equivale por habitante cerca de 227 quilos de RCC por ano (ABRELPE, 2022). Esses números mostram que a indústria da construção civil tem grande potencial para produzir agregados reciclados que possam incrementar valor à produção.

A utilização de materiais reciclados também tem a vantagem de reduzir os custos com o descarte irregular, minimizando o abandono de resíduos próximo às áreas urbanas (Carmo, Maia & César, 2012).

Com a finalidade de colaborar para linha de pesquisa de desenvolvimento, sustentabilidade e inovação, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o atual gerenciamento de RCC no município de Campos dos Goytacazes. Com isso busca-se uma sustentabilidade através da reinserção desses resíduos para a produção de matéria-prima para construção civil, os quais serão produzidos por reciclagem de RCC. Dessa forma, um bom gerenciamento de RCC traz benefícios para grandes e pequenos construtores, cumpre as legislações ambientais, além de reduzir impactos ao meio ambiente.

Portanto, os objetivos específicos do estudo foram os seguintes:

- Avaliar o atual cenário de descarte dos RCC gerados na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ;
- Avaliar se as ações de gerenciamento estão em conformidade ao CONAMA N° 307/2002 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Propor a reutilização dos resíduos, buscando um melhor gerenciamento nas obras da cidade;
- Promover discussão sobre o uso de RCC reciclado, na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, visando contribuições para a sustentabilidade ambiental.

Este trabalho está dividido em três partes da seguinte forma: a primeira parte é a Apresentação, que expõe a relevância, a justificativa e os objetivos da pesquisa. A segunda parte é o Artigo Científico 1, que tratou-se de um estudo de caso sobre o gerenciamento de RCC em algumas obras no município de Campos dos Goytacazes – RJ. Nesse primeiro artigo foi feito um levantamento das legislações municipais relacionadas ao descarte de RCC, revisão bibliográfica e entrevista com profissionais da área da construção civil através de questionários, além de informações relacionadas. E a terceira parte é o Artigo Científico 2, que apresentou um estudo sobre a utilização dos RCC como agregado reciclado nas obras de engenharia na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. Nesse segundo artigo foi feita uma revisão bibliográfica, entrevista com engenheiros civis e informantes-chave da usina de reciclagem, assim como informações relevantes.

## ARTIGO CIENTÍFICO 1

### GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

*MANAGEMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE: A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY  
OF CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ*

Mariáh P. S. P. Soares - IFFluminense/PPEA

José Augusto da Silva - IFFluminense/PPEA

César Luis Siqueira Junior - IFFluminense/PPEA

#### RESUMO

A construção civil é um setor bastante significativo para a economia brasileira. Com sua constante expansão, essa indústria extrai muitos recursos naturais do meio ambiente, além de gerar uma grande quantidade de resíduos da construção civil (RCC), a qual acarreta alguns problemas ambientais e de logística. Nas últimas décadas, torna-se mais evidente uma consciência ambiental coletiva, trazendo à tona que a construção civil tem um forte potencial como agente para o desenvolvimento sustentável. A grande relevância para o alcance dessa sustentabilidade é a devida atenção para as questões relacionadas aos RCC. Com o presente projeto buscou-se avaliar o atual cenário de descarte de RCC gerados na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. O estudo baseou-se em uma metodologia exploratória de revisão bibliográfica e documental, além da realização de questionário, baseado no método de pesquisa fenomenológico empírico, aplicado aos profissionais da construção civil do município. Com os resultados foi possível a realização de uma análise do atual cenário de gerenciamento de RCC nas obras da cidade, além de traçar estratégias de gerenciamento de resíduos para as obras.

**Palavras chave:** Resíduos da Construção Civil. Gerenciamento. Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

*Civil construction is a very significant sector for the Brazilian economy. With its constant expansion, this industry extracts many natural resources from the environment, in addition to generating a large amount of civil construction waste (CW), which causes some environmental and logistical problems.*



*In recent decades, a collective environmental conscience has become more evident, bringing to light that civil construction has a strong potential as an agent for sustainable development. The great relevance for the achievement of this sustainability is the due attention to the issues related to the CW. With the present project, we sought to evaluate the current scenario of disposal of CW generated in the city of Campos dos Goytacazes - RJ. The study was based on an exploratory methodology of bibliographic and documental review, in addition to the completion of a questionnaire, based on the empirical phenomenological research method, applied to civil construction professionals in the municipality. With the results, it was possible to carry out an analysis of the current scenario of CW management in the works of the city, in addition to devising waste management strategies for the works.*

**Keywords:** *Construction Waste. Management. Sustainability.*

## 1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) deve ser visto como a união de atividades estratégicas cotidianas a fim de reduzir a quantidade de resíduos em uma edificação e buscar o reaproveitamento dos mesmos, ocasionando ganhos ambientais, econômicos e sociais. Diversos autores estão produzindo estudos sobre a importância do gerenciamento de RCC (Nagalli, 2014; Medeiros & Da Silva, 2016; Paschoalin Filho *et al.*, 2017 e Coelho *et al.*, 2018). Outros autores trazem o assunto de logística reversa para RCC (Baptista Junior & Romanel, 2013 e Santos & Marchesini, 2018). E além disso, outros pesquisadores vem tratando sobre o ciclo de vida dos materiais de construção (De Lássio & Haddad, 2016 e Rosado & Penteado, 2019).

Conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2020), o gerenciamento de resíduos sólidos é um grande desafio ambiental urbano para os municípios no Brasil. Os hábitos, o consumismo e o comportamento da sociedade tem grande influência nessa questão (MMA, 2020). A “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” que são expressas em ordem de prioridade no art. 9º da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, possuem extrema importância para dar partida a gestão e gerenciamento adequado dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

Os RCC são definidos pela Lei nº 12.305/2010 como aqueles que são “gerados nas 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 RCC são resíduos não degradáveis ou que são dificilmente degradados, com isso esses resíduos consomem com mais rapidez as áreas destinadas para os mesmos e esses locais ainda são impossibilitados para outras finalidades após o término das atividades (MMA, 2020). A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) aponta que cerca de 47 milhões de toneladas de RCC foram coletados pelos municípios brasileiros em 2020, representando um aumento de 5,5% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2021).

A construção civil é um importante impulsionador de desenvolvimento no país. No entanto, é responsável pelo significativo impacto ambiental de suas atividades, que se iniciam com a obtenção de matérias-primas naturais, passando pela execução das obras, e continuam até o final de seu ciclo de vida. Sendo assim, o sistema de gestão ambiental de uma edificação é pensado para garantir que a sustentabilidade esteja integrada ao setor (Paschoalin Filho *et al.*, 2017).

O impacto ambiental provocado pela produção e destinação de RCC é um dos principais impactos no planeta, não só pela grande quantidade descartada a cada dia, mas também pelo uso indevido de recursos naturais. Além da demolição, uma parte significativa dos resíduos produzidos diariamente provém de materiais desperdiçados em novas obras, principalmente devido a projetos de má qualidade, com materiais e especificações incorretas e falta de um bom planejamento de execução da obra, gerando improvisos (Baptista Junior & Romanel, 2013). Projetos conservadores e técnicas construtivas ultrapassadas contribuem para o consumo excessivo de matérias-primas naturais e o aumento de resíduos sólidos e poluentes gerados durante a construção, afetando o meio ambiente natural e urbano (Paschoalin Filho *et al.*, 2017).

O descarte não controlado e sem parâmetros técnicos de RCC produzem impactos ambientais relevantes, que se manifestam principalmente na formação de áreas de disposição irregular em locais de proteção ambiental, prejudicando o equilíbrio ecológico, escoamento superficial, obstrução de rios e erosão do solo. Nas cidades, o descarte em vias públicas e espaços abertos interfere no tráfego de pedestres e automóveis, além de incentivar o descarte de materiais de outras origens industriais e domésticas, que nem sempre são inertes, degradando os espaços urbanos. A prefeitura deve ter papel decisivo na regulamentação da destinação de resíduos, com a utilização de ferramentas de regularização e fiscalização, criando condições para a destinação correta e estimulando a logística reversa, principalmente dos RCC (Baptista Junior & Romanel, 2013).

De acordo com o Plano Diretor da Cidade de Campos dos Goytacazes - RJ, o município ainda não possui um plano municipal de resíduos sólidos. Entretanto no Plano Diretor de 2020, tem como ação no artigo 73, item I a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em um prazo máximo de 18 meses, mas até o momento não foi apresentado. No artigo 75 do mesmo documento estão descritas algumas ações para o gerenciamento de resíduos sólidos como:

implementação de sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos; ampliação de coleta seletiva; implementação de logística reversa de alguns produtos; gerenciamento e fiscalização com os resíduos da saúde; ampliação de programas de educação ambiental; promoção de ações que visem o aumento da vida útil dos aterros; implantação de aterro de resíduos inertes; operacionalização de unidade de tratamento de RCC e implantação e operacionalização de pontos de entrega voluntária de resíduos em locais estratégicos (Campos dos Goytacazes, 2020).

Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o atual cenário de descarte dos RCC gerados na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ, avaliando se as ações de gerenciamento estão em conformidade ao CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei n° 12.305/2010, além de propor a reutilização dos resíduos, buscando um melhor gerenciamento nas obras da cidade.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

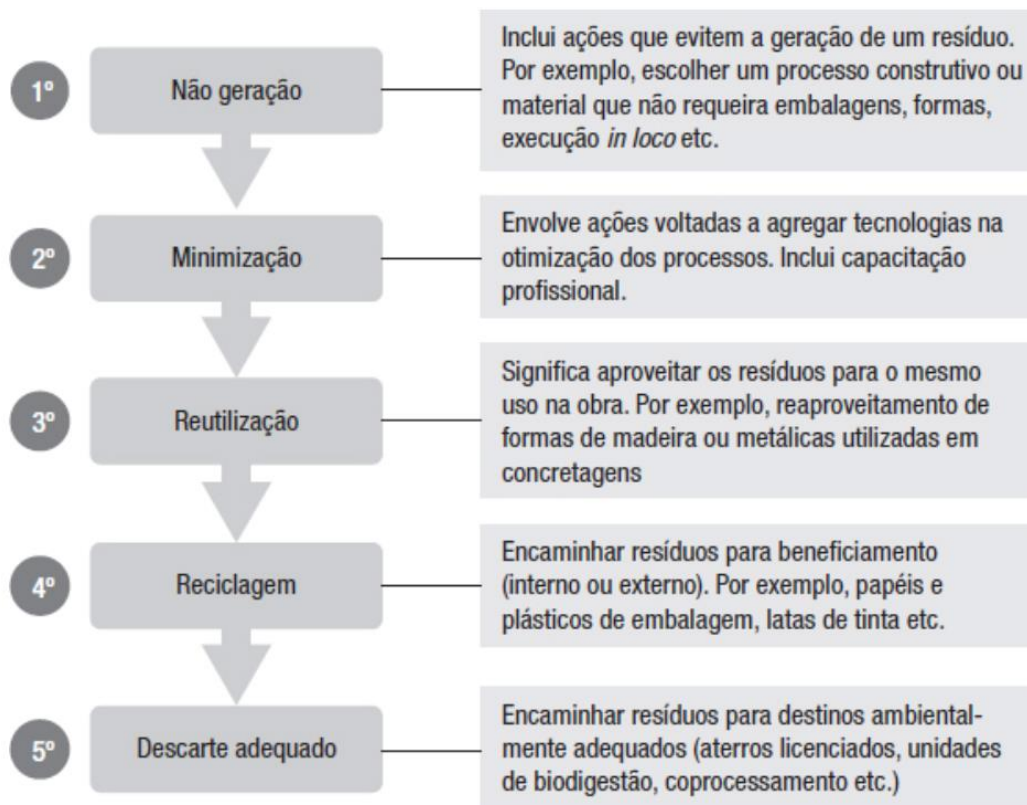
### **2.1 Gerenciamento de RCC**

É necessário discernir gestão de RCC do seu gerenciamento. A gestão é um amplo processo que é formado por políticas públicas, leis e regulamentos que orientam e direcionam as atividades dos agentes da construção civil. Por outro lado, o gerenciamento lida com as atividades operacionais do dia a dia e a disposição direta de resíduos. Dessa forma, o gerenciamento aborda as ações realizadas por empreendedores e construtores para prever, controlar e gerenciar o descarte de resíduos em seus empreendimentos (Nagalli, 2014).

Há a necessidade de aperfeiçoar simultaneamente a qualidade e o gerenciamento de resíduos na construção civil, integrando continuamente no campo do desenvolvimento sustentável, por meio de investimentos em processos, procedimentos e tecnologia. Além do mais, deve-se considerar a influência da conexão do local ao global, isto é, o setor não pode mais desprezar o impacto ambiental de determinados canteiros de obras sobre o meio ambiente como um todo. Para que a indústria integre sua crescente responsabilidade pelo sucesso com a sociedade, é primordial se adaptar ao contexto das práticas de sustentabilidade no setor da construção civil (De Lássio & Haddad, 2016).

A construção civil é um grande gerador de detritos, o gerenciamento de seus resíduos visa garantir que os mesmos sejam devidamente geridos nas atividades do dia a dia de execução de projetos e serviços de engenharia. O gerenciamento baseia-se principalmente na estratégia de não geração,

minimização, reaproveitamento, reciclagem e destinação adequada de resíduos sólidos, com foco em estratégias de redução da geração de resíduos na fonte, conforme mostra a Figura 1 expondo uma organização de gerenciamento e pontuando cada etapa (Nagalli, 2014).



**Figura 1:** Organização do sistema de gerenciamento de resíduos  
Fonte: Nagalli (2014).

O gerenciamento de resíduos sólidos tem ganhado cada vez mais importância e destaque em todo o país, principalmente com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, que regulamenta o setor e impõe múltiplas obrigações aos governos e empresas de continuamente buscarem qualidade operacional, de segurança e ambiental na produção de todas as obras. Portanto, o gerenciamento de RCC deve ser considerado como um conjunto de ações estratégicas que visam reduzir a geração de RCC em um empreendimento (Nagalli, 2014).

O crescimento do consumo de materiais de construção reflete-se de modo direto no aumento da utilização de matérias-primas e energia, sobretudo nas etapas de extração, beneficiamento e transporte. Além do que, o conseqüente crescimento da geração de resíduos deve ser considerada tanto por causa do excesso de materiais não empregados nas obras como pelos resíduos de demolição (De Lássio & Haddad, 2016).

## 2.2 Políticas e normativas de gestão de RCC

### 2.2.1 Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)

A resolução 307/2002 do CONAMA estabelece um conjunto de procedimentos e regras para reduzir impactos ambientais causados por RCC, responsabiliza os geradores de RCC, aborda a viabilização técnica e econômica para a utilização de materiais provenientes da reciclagem de RCC, além de classificar os resíduos em classe A, B, C e D. Sendo os de classe A aqueles que são recicláveis ou reutilizáveis como agregado, os de classe B resíduos recicláveis para outras finalidades, os de classe C resíduos não recicláveis e os de classe D resíduos da construção que são perigosos. As classes supracitadas são exemplificadas no Quadro 1 (CONAMA, 2002).

**Quadro 1:** Classificação dos resíduos da construção civil

<b>Classificação dos resíduos da construção civil</b>	
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: 1) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; 2) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; 3) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso
Classe C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação
Classe D	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

Fonte: CONAMA (2002).

### 2.2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei Federal Nº 12.305/2010 apresenta princípios, objetivos e instrumentos relativos a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, responsabilizando geradores e o poder público.

Quanto aos resíduos provenientes da construção civil, a PNRS responsabiliza as empresas para a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, estando em conformidade com termos e normas estabelecidos por órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e também deve estar de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos da cidade em questão (Brasil, 2010).

### 2.2.3 Normas Técnicas

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui algumas Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR) vigentes direcionadas aos RCC como apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2:** Normas regulamentadoras e suas respectivas finalidades

<b>Norma</b>	<b>Finalidade</b>
NBR 15112/2004	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15113/2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15114/2004	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15115/2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
NBR 15116/2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

Fonte: ABNT (2004).

### 2.2.4 Legislação Municipal

As leis municipais em vigor na cidade que possui relação com os RCC são as seguintes:

Lei Nº 8123, de 16 de dezembro de 2009 que trata da descarga de entulho em locais adequados. A mesma estabelece locais apropriados, denominados de “Entulhódromo”, para pequenos geradores descartarem os RCC, grandes geradores são proibidos de fazer o descarte nesses locais. O descarte de

RCC poderá ser feita pelo pequeno gerador por meio de carroças, carinhos de mão e/ou reboque automotivo particular. Pessoas que depositarem RCC em locais inapropriados serão autuadas. Também fica proibido o descarte nos “Entulhódromos”: resíduos sólidos urbanos, industriais, de serviço de saúde e animais mortos. Podendo ter equipamentos para recebimento de materiais recicláveis como: óleo de cozinha, pilhas e baterias (Campos dos Goytacazes, 2009). A Figura 2 mostra o descarte irregular de RCC na cidade de Campos dos Goytacazes.



**Figura 2:** RCC depositado em local irregular no bairro Jardim Botânico em Campos dos Goytacazes  
Fonte: A Autora (2021)

E a Lei Nº 8232, de 15 de junho de 2011 que institui a política municipal de resíduos sólidos. A mesma aborda sobre os RCC no artigo 15, considerando-os resíduos especiais. Responsabiliza os geradores por gerenciar esses resíduos, desde a sua geração até o seu descarte final. E disponibiliza os “Entulhódromos” para pequenos geradores como estabelecido na Lei municipal Nº8123/2009 (Campos dos Goytacazes, 2011). A Figura 3 mostra um dos “Entulhódromos” disponibilizados na cidade para o descarte correto de RCC.



**Figura 3:** Entulhódromo na cidade de Campos dos Goytacazes  
Fonte: A Autora (2023)

O município ainda não possui um plano municipal de resíduos sólidos, entretanto no plano diretor de 2020, tem como ação no artigo 73, item I a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em um prazo máximo de 18 meses (Campos dos Goytacazes, 2020).

### **2.3 Logística reversa e reaproveitamento de RCC**

A logística reversa é um domínio da logística corporativa que busca retornar a mercadoria pós-utilização ou pós-venda ao ciclo produtivo, por meio de atividades de programação, operação, controle de processos e informações logísticas. Dessa forma, é possível conciliar valores econômicos, jurídicos, ecológicos e de imagem corporativa à empresa. Em comparação com os canais de distribuição direta, a logística reversa continua possuindo um escasso interesse de estudo devido a sua menor valorização econômica. Mas essa situação está mudando, à medida que os consumidores se tornam mais sensíveis ecologicamente, regulamentações ambientais são introduzidas, novos padrões de concorrência no atendimento ao cliente estão surgindo e as empresas estão prestando mais atenção a sua imagem corporativa (Santos & Marchesini, 2018).

Para a logística reversa com RCC a infraestrutura essencial para a implantação da mesma deve incluir separação na origem, seleção no armazenamento, transporte acessível de resíduos, implantação e conservação de centros de tratamento de RCC, destinação de produtos reciclados e mercado de incentivo ao uso imobiliário. A reciclagem de resíduos deve iniciar no canteiro de obras, com a



remoção e coleta dos materiais de demolição separando-os em etapas de acordo com suas categorias (A, B, C, D) (Baptista Junior & Romanel, 2013).

O primeiro passo para uma logística reversa eficaz em um canteiro de obras é o acondicionamento adequado dos RCC. Os detritos devem ser devidamente separados para fácil remoção pelo responsável. Logo, é importante, que a localização seja identificada na programação inicial da obra, pois nesse período os resíduos serão deslocados, o que pode criar um possível obstáculo para a correta destinação dos mesmos. A segunda etapa é buscar reaproveitar e/ou reciclar os RCC dentro do próprio canteiro de obras (Baptista Junior & Romanel, 2013). Caso isso não seja possível, devem ser previstas providências para a retirada dos resíduos da obra, a fim de reciclar ou com o objetivo de levar a uma destinação final, devendo ser observadas as leis locais vigentes (Santos & Marchesini, 2018).

Precisa-se aprender que os produtos reciclados não são lixo. Os benefícios de seu reaproveitamento reduzem a possibilidade de armazenamento de resíduos em locais inapropriados e a necessidade de utilização de matéria-prima de jazidas, que nem sempre são monitorados do ponto de vista ambiental. A experiência tem mostrado que é economicamente benéfico substituir os descartes irregulares por meio da reciclagem de entulhos (Baptista Junior & Romanel, 2013).

Ainda de acordo com os mesmos autores, para implementar verdadeiramente esse tipo de logística, são indispensáveis as condições de infraestrutura urbana, leis e regulamentos, o incentivo, a obtenção de produtos reciclados e a consciência de mobilizar e a colaboração da sociedade. Portanto, é primordial o apoio dos seguintes agentes em suas referentes áreas de influência:

- 1) Poder público: a existência de leis e regulamentos e a disposição de infraestrutura nos espaços públicos, bem como pontos de coleta propagados pela cidade, são pré-requisitos fundamentais para logística. Assim como a necessidade de quantificar, com descrição e estimativa de volume gerado, a geração de resíduos;
- 2) Produtores de RCC: a consciência da importância de uma atitude pessoal proativa é primordial para alcançar os objetivos da logística reversa. Embora a lei exija a notificação dos resíduos separados e o encaminhamento para o ponto de coleta mais próximo, o elemento mais importante para garantir o sucesso do programa vai depender do nível de entendimento e responsabilidade social de cada gerador;
- 3) Empresa de coleta: a empresa que recolhe os resíduos continuará a operar as caçambas de rua, mas com o dever de transportar apenas os resíduos separados aos centros de tratamento de RCC, ou dos Ecopontos ou direto dos geradores;
- 4) Associações de Catadores: Os Ecopontos e centros de tratamento serão operados pelas associações de catadores, gerando emprego e renda. A eventual criação de empregos formais

nessa rede logística circular, bem como a utilização e formação de mão de obra pelas sociedades produtivas, será um importante legado social;

- 5) Agentes promotores: Além de mobilizar a sociedade como um todo, por meio de campanhas na mídia, é recomendado às universidades a incluir nas grades curriculares dos cursos de engenharia e arquitetura disciplinas com foco em ciclo de vida dos materiais, reciclagem de RCC e projetos de construção sustentável. As associações profissionais podem promover a importância do compromisso de seus associados com o tratamento e a reciclagem de RCC por meio de palestras e seminários.

O descarte de RCC pode acontecer de várias formas, ou seja, os mesmos podem ser incluídos ou reciclados na respectiva obra, encaminhados para aterros apropriados, reciclados em usinas ou encaminhados para a indústria de fabricação de novos materiais para reprocessamento. Portanto, pode-se supor que a logística reversa na construção civil possui algumas características específicas. A título de exemplo, devido ao longo ciclo de vida de um edifício, os materiais com os quais o mesmo foi construído são difíceis de retornar ao fabricante no final de sua vida útil; mas é muito provável que sejam reciclados no respectivo canteiro de obras ou enviados para incorporação em outras obras ou ainda reciclados (Paschoalin Filho *et al.*, 2017).

Tanto a logística reversa como o reaproveitamento dos RCC nas obras são excelentes procedimentos para um bom gerenciamento dos mesmos. Esses e outros tipos de estratégias, que serão abordadas mais a frente, devem ser parte essencial da rotina no canteiro de obras, visando a redução e o reaproveitamento dos RCC.

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

#### **3.1 Método**

Consiste em uma pesquisa exploratória bibliográfica, por obter levantamento e análise de material bibliográfico e pesquisa documental, por obter informações por meio de leis, resoluções e normas regulamentadoras.

Além de questionários, baseado no método de pesquisa fenomenológico empírico, aplicados a profissionais da área da construção civil; como técnicos em edificações, arquitetos e engenheiros civis; para identificar o atual cenário do gerenciamento de RCC no município de Campos dos Goytacazes e avaliar se as ações estão em conformidade com o CONAMA N° 307/2002 e com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ao responder a pesquisa o participante estava de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O levantamento bibliográfico foi feito através das plataformas de pesquisa *Web of Science*, *Scopus* e do Periódico CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), com um recorte temporal de 2010 a 2021, como pode ser observado no Quadro 3:

**Quadro 3:** Termos de busca e resultados de pesquisa

Plataforma de pesquisa	Termo de busca	Resultados	Selecionados para consulta
<i>Web of Science</i>	<i>"civil construction waste" AND management</i>	5	3
	<i>"civil construction" AND sustainability</i>	18	2
	<i>"civil construction waste" AND sustainability</i>	3	1
<i>Scopus</i>	<i>"civil construction waste" AND management</i>	8	2
Periódico CAPES	“resíduos da construção civil” AND “Campos dos Goytacazes”	1	1
	“resíduos da construção civil” AND gerenciamento	49	10

Fonte: Elaboração própria (2022).

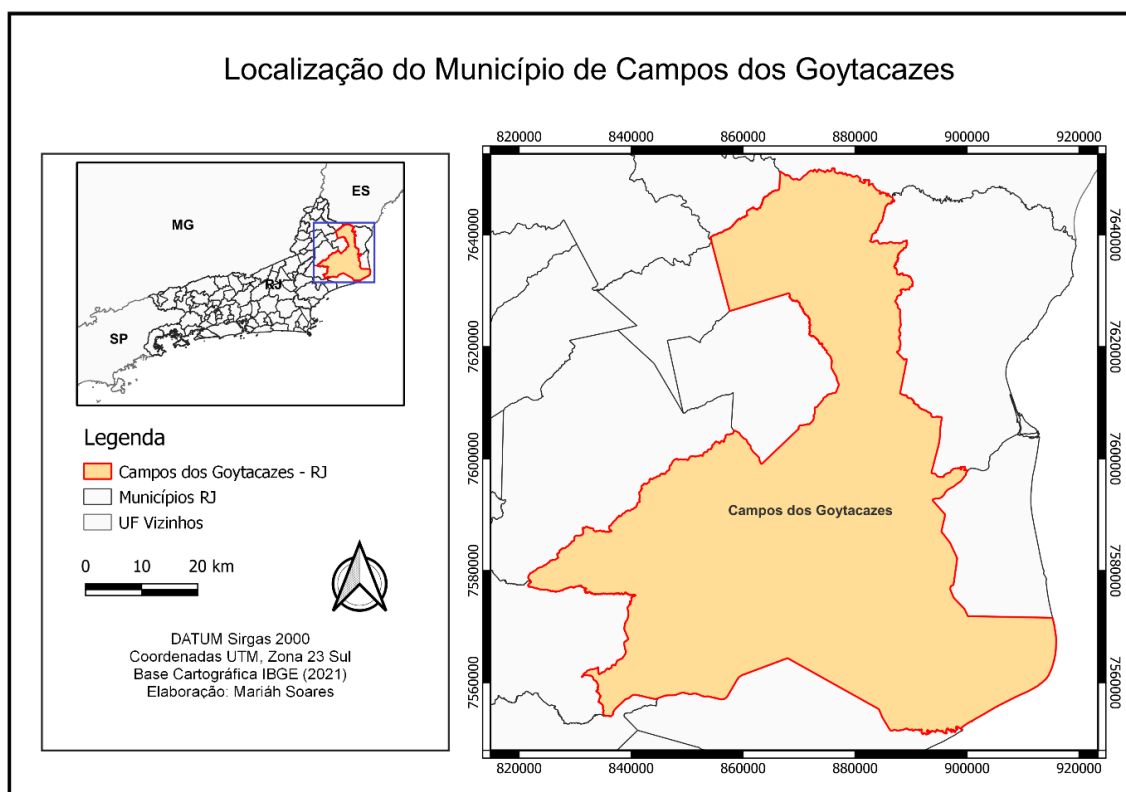
A pesquisa documental foi embasada na:

- Resolução CONAMA N° 307;
- Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei n° 12.305/2010;
- NBR 15112/2004 (Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação);
- NBR 15113/2004 (Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação);
- NBR 15114/2004 (Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação);
- NBR 15115/2004 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos);

- NBR 15116/2004 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos);
- Lei municipal Nº 8123, de 16 de dezembro de 2009 que dispõe sobre descarga de entulho em locais apropriados;
- Lei municipal Nº 8232, de 15 de junho de 2011 que institui a política municipal de resíduos sólidos.

A pesquisa baseada no método fenomenológico empírico é fundamentada em experiências e na vivência do sujeito pesquisado. Essa vivência apresenta evidências da realidade sobre um certo mundo que são comunicadas ao pesquisador, geralmente por meio de entrevistas (Branco, 2014).

O município de Campos dos Goytacazes está localizado ao norte do estado do Rio de Janeiro, conforme a Figura 4, a cidade tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21° 45' 16" Sul, Longitude: 41° 19' 28" Oeste. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui uma área territorial de 4032,487 Km<sup>2</sup> (IBGE,2021).



**Figura 4:** Mapa de localização do município de Campos dos Goytacazes  
Fonte: IBGE (2021).

A cidade de Campos dos Goytacazes passou por um ciclo de grande investimento nas últimas duas décadas, tanto público como privado, atribuídos aos *royalties* e a produção do petróleo na região. Impactando diretamente no orçamento municipal, resultando em investimentos públicos acompanhado

de grande intensificação e investimento no mercado imobiliário. Representando transformações nas paisagens e expansão da urbanização. O crescimento urbano na cidade de Campos dos Goytacazes tem ocorrido com base na expansão horizontal, acrescentando novas áreas urbanas em setores periféricos (De Godoy, 2021). Com esse crescimento imobiliário, construtoras e incorporadoras vem construindo novos empreendimentos, expandindo ainda mais o setor da construção civil na cidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Atual cenário de gerenciamento de RCC em Campos dos Goytacazes**

Com a aplicação do questionário (APÊNDICE A), elaborado em conformidade com os requisitos da Resolução CONAMA nº 307/2002 e com a Lei 12.305/2010, aos profissionais da área da construção civil, observou-se que:

A maioria possui a coleta dos resíduos administrados por uma empresa através de caminhão caçamba.

A maioria não reutiliza nenhum tipo de resíduo na própria obra, as obras que reutilizam, reutilizam o madeirite

Metade faz algum tipo de triagem dos resíduos antes da destinação; dão destinação ambientalmente correta aos RCC, de acordo com sua classificação; destinam os resíduos classe A para serem reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminham a aterro de resíduos classe A, a outra metade não faz.

As empresas que são grandes geradoras de resíduos, possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos Da Construção Civil, classificando-os da forma prevista no artigo 3º (CONAMA 307/2002), contemplando as fases de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação, conforme previsto no artigo 9º (CONAMA 307/2002), além de estabelecer como objetivo prioritário em seu Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil a não produção de resíduos e, em segundo plano, a diminuição, reutilização, reciclagem e destinação final, conforme art. 4º (CONAMA 307/2002).

Metade possuem um plano com o objetivo prioritário de não geração de resíduos e, secundariamente, de redução, reutilização, reciclagem e destinação final e dão destinação correta aos resíduos classe B, já a outra metade não.

A maioria não utiliza o sistema de logística reversa das embalagens de tintas, de acordo com requisitos da Lei nº 12.305/2010, que abrange a destinação ambientalmente correta dos resíduos de

tintas presentes nas embalagens, já as grandes empresas e a minoria das pequenas empresas utilizam esse sistema de logística reversa para essas embalagens.

Pequenos construtores não armazenam, transportam e destinam os resíduos classe C e D em conformidade com as normas técnicas específicas, além de não quantificar nenhum dos seus RCC. Grandes construtoras quantificam todos os seus RCC e destinam corretamente resíduos classe C e D.

Metade diz que já recebeu algum tipo de orientação da prefeitura ou algum órgão quanto a destinação final ou de transbordo dos RCC na cidade a outra metade não.

A maioria busca a minimização da quantidade de resíduos no projeto e no planejamento da obra, as grandes empresas além de buscar essa minimização possuem auxílio de *softer*.

Com os resultados dos questionários, observou-se que mesmo o município tendo pontos de entrega voluntária para pequenos geradores, alguns ainda descartam os RCC de forma inadequada. Observou-se também que as grandes empresas seguem corretamente os requisitos da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Lei 12.305/2010, já pequenos construtores seguem parcialmente ou não seguem todos os requisitos, demandando uma maior fiscalização por parte do município e também uma maior divulgação dos pontos de entrega voluntária. Além disso, verificou-se que a maioria dos construtores não reutiliza os RCC no próprio canteiro de obras, necessitando então de melhores estratégias de gerenciamento de RCC.

#### **4.2 Estratégias de gerenciamento de RCC para obras em Campos dos Goytacazes**

O processo de gerenciamento de RCC em uma obra traz diversos benefícios para a empresa, como reduzir a quantidade de resíduos descartados; reduzir o consumo de materiais extraídos da natureza; canteiro de obras mais limpo e organizado, diminuindo acidentes de trabalho e aumentando a produtividade; menor quantidade de caçambas de resíduos removidas da obra; atender a requisitos ambientais, sendo um diferencial positivo para a imagem da empresa (Lima & Lima, 2009).

O gerenciamento de resíduos objetiva reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos, desenvolvendo planejamentos, conduta, sistemas e comprometimento para cumprir ações que encontram-se em planos e programas (Nagalli, 2014).

Além da reciclagem, a não geração, a redução e a reutilização dos RCC são iniciativas que precisam ser incentivadas. Seguir corretamente etapas de planejamento e usufruir de tecnologias já existentes são técnicas eficientes para contribuir para a evolução de construções sustentáveis (Medeiros & Da Silva, 2016).

Algumas estratégias para um eficiente gerenciamento de RCC, que podem contribuir para o gerenciamento de RCC na cidade de Campos dos Goytacazes, foram reunidas e apresentadas a seguir.

### **4.2.1 Educação ambiental**

Ações e treinamentos de conscientização e educação ambiental para os trabalhadores da construção civil tem como objetivo proporcionar ao colaborador o poder de crítica e conhecimento para a não produção, minimização, reutilização e classificação dos resíduos na fonte, assim como o seu correto armazenamento e transporte adequados (Lima & Lima, 2009).

Tratar sobre educação ambiental com os colaboradores é primordial, pois os mesmos precisam ter a consciência de que sua função é importante para possibilitar a redução de RCC, uma vez que para se alcançar eficiência no processo de reaproveitamento é necessário a contribuição de todos os colaboradores do empreendimento (Coelho *et al.*, 2018).

Elementos importantes para o processo de gerenciamento são os programas de capacitação e de educação ambiental para os colaboradores, pois permitem a interação e a colaboração no empreendimento. Com isso, os empregadores criam um ambiente benéfico para a propagação da cultura ambiental. Abordar sobre meio ambiente, cultura e sociedade devem fazer parte do cotidiano do trabalhador, pois seu comportamento está ligado ao ambiente externo, logo, a continuidade de treinamentos voltados para as questões ambientais é primordial. Ainda que no primeiro momento esses treinamentos sobre processos de gerenciamento sejam feitos com maior intensidade, os mesmos devem ser regularmente resgatados (Nagalli, 2014).

### **4.2.2 Planejamento**

Nos projetos de arquitetura é importante que haja preocupação com a modulação, com o sistema de construção que será empregado e com os tipos de materiais que serão utilizados, sempre na pretensão da não geração de resíduos. Além disso, é de extrema relevância o detalhamento do projeto e as fases de orçamento e compras, para que haja uma maior precisão nos quantitativos de materiais, evitando compras em excesso (Lima & Lima, 2009).

### **4.2.3 Classificação**

A classificação proporciona um reconhecimento melhor na hora de reutilizar o resíduo e na identificação do quantitativo dos resíduos (Lima & Lima, 2009). A classificação dos RCC deve seguir a que é fornecida pelo CONAMA 307/2002, que consta no Quadro 1, no item 2.2.1 desse artigo.

### **4.2.4 Triagem**

Na Resolução 307/2002 do CONAMA a triagem dos resíduos deve respeitar as classes estabelecidas pela própria resolução no art. 3º e que está disposta no Quadro 1, item 2.2.1 desse artigo. E deve ser feita, preferencialmente, pelo gerador dos resíduos ou pode ser efetuada em áreas de destinação licenciadas (CONAMA, 2002).

Se a triagem dos resíduos for bem executada proporcionara a máxima reciclagem, considerando que os mesmos serão encaminhados para usinas de reciclagem. Portanto, é de extrema importância a segregação dos diversos tipos de resíduos, aumentando a quantidade e a qualidade dos resíduos que serão reciclados ou reaproveitados, além de promover a organização e limpeza no canteiro de obras (Cabral & Moreira, 2011).

Se os cuidados com a triagem forem menosprezados, o que ocorre com uma certa frequência, a reutilização e a reciclagem podem ser inviabilizadas, pois os resíduos acabam sendo contaminados por outros materiais e acabam sendo destinados diretamente aos aterros (Rosado & Penteado, 2019).

#### **4.2.5 Acondicionamento**

A organização para o acondicionamento e armazenamento dos resíduos podem ser identificadas através de placas que sejam confeccionadas de materiais resistentes, os resíduos podem ser acondicionados em latões metálicos, em baias ou em caçambas separadamente da seguinte forma: resíduos Classe A, que são basicamente agregados resultantes de reformas e reparos, cerâmicas, tijolos, derivados e restos de concreto, dentre outros similares; papel (Classe B); metal (Classe B); madeira (Classe B); vidro (Classe B); plástico (Classe B); gesso (Classe B) e os resíduos da Classe D que são considerados resíduos perigosos, como latas com restos de tinta, estopas sujas ou com óleo, solventes e produtos químicos. Este sistema de sinalização simplifica a disposição no canteiro de obras, facilitando a coleta e a correta separação dos resíduos pelos trabalhadores (Nagalli, 2014).

Se a obra for de pequeno porte, os RCC gerados devem ser direcionados direto para o acondicionamento final, que devem estar bem localizados para que sua remoção seja de fácil acesso pela empresa coletora. Se a obra for de grande porte, poderá possuir um acondicionamento intermediário que esteja o mais próximo dos locais de geração de resíduos e posteriormente levados ao acondicionamento final (Lima & Lima, 2009).

#### **4.2.6 Reutilização e reciclagem na própria obra**

Existe uma grande relevância tanto ambiental como financeira na reutilização e reciclagem dos RCC. Esses resíduos, que se tornariam inservíveis se fossem descartados, quando são reinseridos na obra estão substituindo novas matérias-primas que seriam extraídas do meio ambiente. Essa atividade



pode ser feita tanto na própria obra como também fora da obra e em usinas de reciclagem. A reutilização e a reciclagem de RCC nas obras deveria ser uma prática contínua e integrada ao planejamento e no dia a dia da execução das obras (Lima & Lima, 2009).

Os resíduos podem ser reutilizados ou reciclados para serem usados no local da obra dependendo do tipo de resíduo, algumas formas de reaproveitamento e reciclagem na própria obra podem ser observadas no Quadro 4.

**Quadro 4:** Formas de reutilização e reciclagem de RCC

<b>Reutilização ou reciclagem na obra</b>	
<b>Resíduo</b>	<b>Reutilização no canteiro</b>
Revestimentos de parede ou pavimentação das construções pré-existentes	Bases para as instalações provisórias, pavimentação e revestimentos finais
Cacos de revestimentos de piso ou parede das construções pré-existentes	Revestimentos em mosaicos, revestimentos das instalações provisórias
Rochas de escavações	Pedras decorativas do paisagismo, muros de arrimo
Louças, metais, esquadrias e telhas	Aproveitamento nas instalações provisórias ou até mesmo na construção nova
Resíduos classe A (inertes) dos processos de demolição	Enchimento de valas e aterros sem necessidade de controle tecnológico mais rigoroso
Resíduos classe B (recicláveis de outras indústrias) - embalagens	Aproveitamento de embalagens para acondicionamento de outros materiais, sempre que não houver riscos de contaminação ou alteração das características do novo material acondicionado
Resíduos classe B (recicláveis de outras indústrias) - metais e madeira	Aproveitamento para confecção de sinalizações, construções provisórias para estoque de materiais e baias para resíduos, por exemplo, cercas e portões
Escoramento e andaimes metálicos	Reaproveitáveis durante toda a obra
Solos	Reaterros
<b>Resíduo</b>	<b>Reciclagem no canteiro</b>
RCC Classe A inerte (concretos, pedras, cerâmicas, argamassas) das construções pré-existentes e da obra	Britagem para confecção de argamassa a serem utilizados no canteiro para enchimento de valas, reforço de bases de pavimentação, aterro sem necessidade de controle tecnológico, contra pisos, argamassas, blocos de vedação, meio fios, todos estes elementos desde que não tenham exigências estruturais
Madeiramento dos tapumes e formas	Processamento das peças para novas funções no canteiro, tais como sinalizações, caixas, baias para estoque de materiais ou resíduos, etc.

Fonte: SINDUSCON – SP (2012).

#### **4.2.7 Transporte**

Em suma, existem dois tipos de transporte: o interno e o externo. O transporte interno ocorre no interior da obra, sendo executado pelos próprios trabalhadores, que coletam os resíduos nos locais gerados e encaminham para o local de armazenamento temporário. Esse transporte pode ser feito através de carrinhos de mão, guias, guindastes, elevadores de carga e condutor de entulho. Já o transporte externo visa a retirada dos resíduos da obra e os transporta a um destino externo, como aterro ou reciclagem, normalmente são os resíduos de Classes A e B. O transporte externo geralmente é feito por empresas terceirizadas, com o auxílio de caminhões basculantes, já os resíduos perigosos precisam ser recolhidos por empresas especializadas. Sendo de extrema importância que a empresa da obra cobre da empresa de transporte os respectivos certificados de destinação, licenças ambientais e manifestos de transporte (Nagalli, 2014).

#### **4.2.8 Destinação final**

A destinação final dos RCC deve ser realizada conforme as classes dos resíduos, determinada pelo CONAMA 307/2002. Resíduos Classe A devem ser destinados a áreas de triagem e transbordo, usinas de reciclagem ou aterros destinados a RCC. Os resíduos Classe B podem ser vendidos a cooperativas, empresas ou associações de coleta seletiva que os utilizam para reciclagem (Lima & Lima, 2009). Na Resolução CONAMA 307/2002 os resíduos Classe C não possuem tecnologia ou funcionalidades economicamente viáveis para reciclagem ou recuperação, logo os mesmos podem ser encaminhados para aterros de resíduos não perigosos e não inertes (CONAMA, 2002). Já os resíduos da Classes D, que são considerados perigosos, a Lei 12.305/2010 obriga no art. 33 que as empresas fabricantes, importadoras, distribuidoras ou comerciantes implementem um sistema de logística reversa para resíduos considerados perigosos (Brasil, 2010). Esses resíduos devem ser destinados a aterros específicos para resíduos perigosos, conforme NBR 10157/1987.

### **5. CONCLUSÃO**

A elaboração de projetos eficientes, com foco no conceito de sustentabilidade; a redução dos desperdícios; a seleção criteriosa de métodos construtivos e de materiais e o estudo de todo o ciclo de vida da edificação, contribui significativamente para o gerenciamento de RCC. Para sua devida eficiência o gerenciamento deve estar no cotidiano do canteiro de obras e em todas as fases do empreendimento.

Nos últimos anos as questões ambientais estão cada vez mais em evidência e a legislação brasileira tem dado enfoque aos resíduos sólidos, quanto aos RCC o município de Campos dos Goytacazes implementou a Lei municipal Nº 8123, de 16 de dezembro de 2009 que dispõe sobre descarga de entulho em locais apropriados e a Lei municipal Nº 8232, de 15 de junho de 2011 que institui a política municipal de resíduos sólidos. Entretanto o município ainda não possui um Plano Municipal de Resíduos Sólidos.

O município possui pontos de coleta voluntária que são disponibilizados aos pequenos geradores, uma iniciativa que busca reduzir o descarte inadequado dos resíduos. No entanto, observando os questionários aplicados nota-se que nem todos dispõem do conhecimento desses locais e acabam encaminhando os RCC para locais inapropriados, sendo as pequenas construções representante da maior parte dessa poluição difusa.

Além das estratégias de gerenciamento para serem aplicadas no canteiro de obras mencionadas no item anterior, para que haja resultados efetivos algumas ações deveriam ser consideradas a fim de alcançar um bom gerenciamento de RCC no município, listadas a seguir:

- Deveria ser cobrado do responsável pela obra a apresentação de um planejamento de controle de RCC posteriormente a aprovação do projeto de regularização da obra, independentemente do tamanho da obra;
- Implementação de pontos de entrega devem estar correlacionados com ações de educação ambiental e sobretudo uma boa fiscalização;
- A fiscalização e a punição mais rígida aos responsáveis que ainda descartam RCC de forma irregular;
- Regulamentação para aplicação de materiais provenientes da reciclagem dos RCC em obras públicas.

Frente ao exposto conclui-se que a questão dos RCC deve ser considerado com maior atenção e devem ser feitos estudos mais aprofundados para que novas técnicas e estratégias sejam aplicadas para buscar um constante aprimoramento na gestão e gerenciamento de RCC.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2021**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>>. Acesso em: 20 Janeiro 2022

BAPTISTA JUNIOR, Joel Vieira e ROMANEL, Celso Sustentabilidade na indústria da construção:

uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana [online]**. 2013, v. 5, n. 2 [Acessado 9 Julho 2021], pp. 27-37. Disponível em: <<https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>>. Epub 25 Jun 2015. ISSN 2175-3369. <https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>.

BRANCO, Paulo Coelho Castelo. Diálogo entre análise de conteúdo e método fenomenológico empírico: percursos históricos e metodológicos. **Rev. abordagem gestalt.**, Goiânia , v. 20, n. 2, p. 189-197, dez. 2014 . Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1809-68672014000200006&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68672014000200006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 14 maio 2022.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra; MOREIRA, KM de V. Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil. **Sinduscon/CE. Fortaleza**, 2011.

CAMPOS, DOS GOYTACAZES. Plano Diretor Municipal. **Plano Diretor de Campos dos Goytacazes/RJ**, 2020.

COELHO, A. R., GONÇALVES, B. B., SALOMÃO, P. E. A., JUNIOR, H. C., & DA SILVA, I. G. (2018). Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. **Research, Society and Development**, 7(10), 10.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 07 Abril 2021.

DE GODOY, Antonio Leandro Crespo; TÂNGARI, Vera Regina. O papel da legislação urbanística nas transformações da paisagem nas bordas urbanas da cidade de Campos dos Goytacazes/RJ. **Paisagem e Ambiente**, v. 32, n. 48, p. e184381-e184381, 2021.

DE LASSIO, João Gabriel Gonçalves; HADDAD, Assed Nu. Avaliação do ciclo de vida de materiais de construção civil: estudo de caso para um conjunto habitacional. **Revista de la Construcción. Revista da Construção** , v. 15, n. 2, pág. 69-77, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama IBGE** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/campos-dos-goytacazes/panorama>>. Acesso em: 29 Março 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. Lei Municipal N° 8123, de 16 de dezembro de 2009 que dispõe sobre descarga de entulho em locais apropriados. Campos dos Goytacazes, RJ, 16 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. Lei Municipal N° 8232, de 15 de junho de 2011 que institui a política municipal de resíduos sólidos. Campos dos Goytacazes, RJ, 15 jun. 2011.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 07 Abril 2021.

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.

MEDEIROS, Caroline Ramos; DA SILVA, José Augusto Ferreira. Gestão dos resíduos da construção civil: estudo de caso no município de Macaé, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago, Campos dos Goytacazes/RJ**, v. 10, n. 1, p. 225-251, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos** – Brasília: MMA, 2020. Disponível em: <<http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%ABlica.pdf>> Acesso em: 06 Abril 2021.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 10157: Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

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

\_\_\_\_\_. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15114:** Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15115:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15116:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

PASCHOALIN FILHO, J. A., LIMA BEZERRA, P. R., DE OLIVEIRA, J., GONÇALVES, L. R., & DE FARIA, A. C. (2017). Gerenciamento de resíduos de construção civil em edifícios residenciais no município de São Paulo. **Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental**. Disponível em :<<https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/1217>> Acesso: 09 julho 2021.

ROSADO, Laís Peixoto e PENTEADO, Carmen Lúcia Santos Giordano. Avaliação do ciclo de vida do Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da Região Metropolitana de Campinas. **Engenharia Sanitária e Ambiental [online]**. 2019, v. 24, n. 1 [Acessado 6 Julho 2021] , pp. 71-82. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522019179604>>. Epub 21 Mar 2019. ISSN 1809-4457.

SANTOS, Matheus Henrique Silva; MARCHESINI, Márcia Maria Penteado. Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD). **Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 67-85, maio 2018. ISSN 2318-3233. Disponível em: <<http://189.2.181.205/index.php/rms/article/view/1359>>. Acesso em: 14 Abril 2021.

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil. **Resíduos da Construção Civil**. Disponível em:<<https://cetesb.sp.gov.br/sigor/wp-content/uploads/sites/37/2014/12/Reutiliza%C3%A7%C3%A3o-e-Reciclagem.pdf>>. Acesso em: 03 Março 2022. SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil. Resíduos da construção civil, 2012.

## ARTIGO CIENTÍFICO 2

### **RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) RECICLADO EM OBRAS DE ENGENHARIA E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

*CIVIL CONSTRUCTION WASTE (CW) RECYCLED IN ENGINEERING WORKS AND  
ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: CASE STUDY IN CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ*

Mariáh P. S. P. Soares - IFFluminense/PPEA

José Augusto da Silva - IFFluminense/PPEA

César Luís Siqueira Junior - IFFluminense/PPEA

#### **RESUMO**

O setor da construção civil possui grande relevância para a economia do Brasil e para o desenvolvimento urbano, entretanto o mesmo consome uma grande quantidade de recursos naturais, acarretando em uma preocupação com o seu esgotamento. Outra preocupação é que o setor gera muitos resíduos da construção civil (RCC), que por vezes são descartados de forma irregular, destinados a aterros ou reciclados. A reciclagem de RCC além de possuir vantagens, é uma excelente alternativa sustentável. Com o presente estudo buscou-se promover a discussão sobre o uso de RCC reciclado, na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, visando contribuições para a sustentabilidade ambiental. Para a realização da pesquisa, foi utilizada uma metodologia exploratória-descritiva com revisão bibliográfica, entrevistas com informantes-chave, seguindo o método fenomenológico, com a participação de engenheiros civis que atuam no município e especialistas da usina de reciclagem também na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. A partir das informações obtidas, verificou-se que a usina de beneficiamento e britagem de resíduos inertes é importante para sustentabilidade no setor da construção civil, entretanto existem algumas limitações no consumo do agregado reciclado, mas ainda assim foi possível explorar possibilidades para aumentar sua utilização.

**Palavras chave:** Resíduos da Construção Civil. Agregado Reciclado. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

*The civil construction sector has great relevance for Brazil's economy and urban development, however it consumes a large amount of natural resources, leading to concerns about their depletion. Another concern is that the sector generates a lot of construction waste (CW), which is sometimes discarded irregularly, sent to landfills or recycled. CW recycling, in addition to having advantages, is an excellent sustainable alternative. With this study, we sought to promote discussion about the use of recycled CW, in the city of Campos dos Goytacazes – RJ, aiming to contribute to environmental sustainability. To carry out the research, an exploratory-descriptive methodology was used with bibliographical review, interviews with key informants, following the phenomenological method, with the participation of civil engineers who work in the municipality and specialists from the recycling plant also in the city of Campos dos Goytacazes – RJ. From the information obtained, it was verified that the inert waste processing and crushing plant is important for sustainability in the construction sector; however there are some limitations in the consumption of recycled aggregate, but it was still possible to explore possibilities to increase its use.*

**Keywords:** *Civil Construction Waste. Recycled Aggregate. Sustainability.*

## **1. INTRODUÇÃO**

A construção civil possui grande importância para economia do Brasil, sendo responsável por 6,9% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro em 2022 (IBGE, 2023). No entanto, o desperdício de materiais em empreendimentos, a falta de reciclagem desses materiais no próprio canteiro de obras e as reformas e demolições produzem uma grande quantidade de resíduos da construção civil (RCC) (Brum *et al.*, 2021).

A construção civil materializa os projetos em construções, além de gerar desenvolvimento econômico, mas a grande quantidade de resíduos de construção que são gerados deve ser gerenciada adequadamente para obter uma produção mais limpa na indústria da construção civil e cuidar do ambiente natural. Os resíduos inertes representam grande parte do aterro total, mas podem ser reutilizados na restauração de terras, nivelamento de terrenos, ou reciclados em agregados para concreto, blocos ecológicos, etc (Lu *et al.*, 2020).

Em geral, a reciclagem de RCC traz muitas vantagens técnicas, econômicas e ambientais que tem sido estudadas por diversos pesquisadores (Paschoalin Filho *et al.*, 2019 e Brum *et al.*, 2021). Pesquisas sobre a utilização e caracterização de RCC reciclados tem sido realizadas (Carmo, Maia &



César, 2012; Aguiar *et al.*, 2019; Filho *et al.*, 2020 e Santos & Tubino, 2021). Além disso, estudos analisaram a viabilidade para instalação de usinas de reciclagem de RCC (Gularte *et al.*, 2017; Bohnenberger *et al.*, 2018; Shi *et al.*, 2019 e Gularte *et al.*, 2020). Outros pesquisadores buscaram analisar a gestão dos RCC e das usinas de reciclagem (Teixeira, Ribeiro Filho & Neto, 2019; Paschoalin Filho *et al.*, 2021 e Thives, Ghisi & Junior, 2022).

É estimado que cerca de 14% a 50% de recursos naturais no planeta são consumidos pela construção civil (Santos & Marchesini, 2018 *apud* Sjöström, 1996), provocando uma preocupação do esgotamento de recursos naturais. Aproximadamente 40% dos resíduos industriais gerados globalmente têm sua origem na construção civil (Esa *et al.*, 2017). Dessa forma, a destinação correta de RCC não só contribui para a preservação do meio ambiente como também é uma boa alternativa para produzir matéria-prima para a construção civil a partir do RCC.

A consciência do espaço limitado e dos recursos naturais da terra tem atraído cada vez mais atenção para a manutenção desses recursos para as gerações futuras. Com base no uso de energias renováveis, tecnologias limpas e proteção ambiental; melhorar a sustentabilidade dos processos em todos os setores produtivos é uma estratégia importante para garantir os recursos futuros do planeta (Baptista Junior & Romanel, 2013).

A gestão dos RCC no Brasil dispôs suas diretrizes, critérios e procedimentos estipulados pela Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 307 que entrou em vigor em 2002. Em seguida outras resoluções foram publicadas com a finalidade de proporcionar atualizações e melhorias: CONAMA N° 348/2004, CONAMA N° 431/2011, CONAMA N° 448/2012 e CONAMA N° 469/2015 (CONAMA, 2002).

Atualmente, ao avaliar as exigências legais e sociais propostas a construção civil, as atividades relacionadas ao tratamento e posterior aproveitamento dos RCC têm sido consideradas como uma das formas de fechar seu ciclo produtivo. Essa atividade tem se mostrado viável ao demonstrar os benefícios ambientais de incorporar esses resíduos em novos produtos ou utilizá-los diretamente como material alternativo substituindo os agregados naturais (Carmo, Maia & César, 2012).

Os RCC apresentam obstáculos para a gestão integrada de resíduos em âmbito mundial, evidenciando um grande volume de resíduos. O problema é agravado em países onde a extensão territorial é limitada e a produção de recursos naturais acentua a necessidade de reutilizar e reciclar. A geração de RCC difere significativamente entre os países, o que pode ser justificado pela oscilação temporal, quando as condições econômicas são mais propícias à construção civil, de acordo com o clima, fase da construção, condição econômica e também o nível de incentivos a construção civil (Santos & Tubino, 2021).

A implantação de usinas de reciclagem de RCC tem como foco a redução do impacto ambiental

ocasionado pela geração do RCC e viabiliza sua reciclagem como alternativa sustentável. A solução tecnológica proposta pela usina de reciclagem de RCC visa minimizar o impacto ambiental do descarte inadequado de RCC, e o material resultante deixa de ser um problema e se torna uma solução sustentável para um déficit de recursos naturais (Brum *et al.*, 2021).

Com a implementação da reciclagem de RCC nas cidades, tanto o meio ambiente quanto a economia são favorecidas por essa medida, considerando que além de diminuir os custos com o gerenciamento de resíduos, o custo do agregado reciclado é menor que com os agregados naturais (Filho *et al.*, 2020). Diante do exposto, foi objetivo do estudo promover discussão sobre o uso de RCC reciclado, na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, visando contribuições para a sustentabilidade ambiental.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Usinas de reciclagem de RCC**

A área de reciclagem de RCC é um espaço físico destinado ao recebimento e beneficiamento de RCC classe A, que já tenham passado por processo de triagem, com a finalidade de produzir agregados reciclados. As diretrizes de projeto, implantação e operação são normatizadas pela NBR 15114/2004. O projeto requer memorial descritivo, projeto básico e responsável técnico pelo projeto. Sua implantação demanda de critérios para a localização, isolamento e sinalização, além de respeitar os limites de proteção de corpos d'água. E as condições de operação necessitam de local adequado para o recebimento e triagem dos resíduos, de controle de poluição ambiental no processamento dos resíduos, treinamento, equipamentos de segurança, plano de inspeção e manutenção, além de, sistemas para controle e registro de operação (ABNT, 2004).

No processo de reciclagem de RCC, é importante destacar o papel das usinas de reciclagem como agentes relevantes, visto que as mesmas não são somente um meio de destinação final, mas também um ponto de reintrodução desses materiais no processo produtivo da construção civil (Paschoalin Filho, De Melo Conti & Frason, 2019). Nas Figuras 5 e 6 são apresentados exemplos de usina de reciclagem de RCC, a Figura 5 mostra o RCC sendo colocado no britador para trituração do RCC e a Figura 6 mostra o agregado reciclado já separado por sua granulometria.



**Figura 5 :** RCC sendo colocado no britador  
Fonte: Prefeitura de Canoas (2019)



**Figura 6 :** Agregado reciclado separado por granulometria  
Fonte: Prefeitura de Betim (2018)

A partir de 1928 estudos começaram a ser desenvolvidos de forma sistemática a fim de avaliar o uso do cimento, o volume de água e a influência da granulometria dos agregados provenientes de alvenaria britada. No entanto, a primeira aplicação significativa de RCC ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, quando as cidades europeias foram completamente demolidas e os resíduos resultantes, foram britados para produção de agregados para atender às necessidades da época. A partir de 1946 iniciou-se o progresso da tecnologia de reciclagem de RCC. Países como Estados Unidos, Holanda, Japão, Bélgica, França, Alemanha, entre outros identificaram a necessidade de reciclar RCC e tem estudada o assunto, a fim de alcançar um grau de padronização de qualidade dos agregados (Levy & Helene, 2002).

No Brasil as usinas de reciclagem de RCC começaram a ser instaladas na década de 90, em cidades como São Paulo, Londrina e Belo Horizonte, mas o desenvolvimento se deu a partir de 2000. Em 2002 o país possuía 16 usinas de reciclagem de RCC, que passaram a ser 47 após a publicação da Resolução 307/2002 do CONAMA (Bohnenberger *et al.*, 2018). Em 2023 dados da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON) apontam que o país possui mais de 400 usinas de reciclagem de RCC mapeadas e as mesmas reciclam mais de 200 mil m<sup>3</sup> por mês (ABRECON, 2023).

Na Malásia estima-se que haja uma reciclagem de cerca de 15% do volume do RCC, na Austrália é cerca de 48%, já em países como Coreia do Sul, Cingapura e Alemanha a reciclagem de RCC está entre 50% e 75% da produção total (Esa *et al.*, 2017).

Alguns aspectos devem ser considerados ao determinar a localização de uma usina de reciclagem de RCC como: emissões de poeira, segurança, proteção do trabalhador, níveis de ruído e aspectos de sua operação relacionados ao impacto visual e ambiental. Além dos fatores listados, a

localização da usina também deve: respeitar os regulamentos do uso do solo no município, identificar as áreas onde a maior quantidade de resíduos é gerada e verificar a presença de eixos rodoviários para propiciar a circulação de veículos de grande porte (Bohnenberger *et al.*, 2018).

As usinas de reciclagem de entulho são elementos cruciais para a necessidade de introdução de variáveis ambientais na construção civil, pois diminuem os impactos provocados por este setor ao reciclar RCC para produção de novos materiais de construção, além de se caracterizarem como uma forma alternativa de disposição em relação a aterros tradicionais licenciados (Paschoalin Filho, De Melo Conti & Frason, 2019).

## 2.2 Aplicação do RCC reciclado

Os agregados reciclados são definidos como material granular resultante do beneficiamento do resíduo de construção com propriedades técnicas apropriadas para a utilização em obras de infraestrutura, obras de edificações, obras de aterro sanitário e também outros projetos de engenharia (CONAMA, 2002).

Existem várias possibilidades para a aplicação de resíduos reciclados a partir do RCC, como por exemplo: fabricação de bloco e meio fio, uso dos agregados para camadas de base e sub-base de pavimentos, para fabricação de argamassas de revestimento e assentamento e também para fabricação de concreto, dentre outras possibilidades (Brasileiro, 2015).

A Resolução 307/2002 do CONAMA classifica os resíduos da construção civil em classe A, B, C e D. Os de classe A são aqueles resíduos que podem ser reciclados ou reutilizados como agregado, os de classe B são os resíduos que podem ser reciclados para o uso em outras finalidades, os de classe C são os resíduos que não possuem tecnologia viável que permitam que os mesmos sejam reciclados ou recuperados e os de classe D são os resíduos da construção que são perigosos (CONAMA, 2002).

Os resíduos de Classe A, possuem um obstáculo para ser reciclado, pois o mesmo não alcança um grau de pureza após o processo de segregação. Logo, o mesmo pode ser usado como material bruto, pois é a forma mais econômica de usá-lo. Entretanto dependendo da distância de sua aplicação, o transporte torna seu uso mais caro. Os produtos reciclados mais relevantes são pó de concreto, brita 1, 2, 3 e 4, pedrisco e bica corrida, os mesmos podem ser aplicados para reforçar subleitos e sub-bases de pavimentação de estradas, cobertura de estrada vicinal, passeios de bicicleta e pedestre, fundação de terraplenagem, concreto não estrutural, agregados para a preparação de materiais de construção e etc (Baptista Junior & Romanel, 2013). A Figura 7 mostra uma comparação visual do agregado reciclado e do agregado natural, que apresentam uma semelhança significativa.



**Figura 7:** Agregados reciclados (A) e agregados naturais (B)  
Fonte: Fonseca (2018)

A NBR 15116/2004 que tem como finalidade os requisitos para os agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, aborda especificamente o uso de agregados reciclados, provenientes de RCC classe A, em camadas de pavimentação e na preparação de concretos que não possuem função estrutural. A utilização desse agregados na preparação de concretos com funções estruturais ainda necessita de estudos com o intuito de tornar viável essa tecnologia e serão abordados em normatização específica (ABNT, 2004).

Os RCC podem ter propriedades técnicas satisfatórias para serem usados como agregados, desde que sejam reciclados adequadamente (Paschoalin Filho, De Melo Conti & Frason, 2019). Alguns subprodutos provenientes da reciclagem de RCC podem ser observados no Quadro 5:

**Quadro 5:** Produtos provenientes da reciclagem de RCC.

Produto	Características	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contra pisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: ABRECON (2023).

Comparando a demanda por brita, é possível considerar que os resíduos de classe A, dentro da faixa dos parâmetros de uso não estruturais, podem ser totalmente reabsorvidos pela construção civil. A título de exemplo, no Rio de Janeiro, argamassa reciclada foi listada como um item no caderno de índice SCO-RIO (Sistemas de Custos e Orçamento) (Baptista Junior & Romanel, 2013).

Os RCC reciclados são utilizados para pavimentação de rua e como agregados do concreto em São Paulo desde 1990 e na cidade de Belo Horizonte os RCC também são utilizados para camadas de base em pavimentos e na produção de argamassa (Brasileiro, 2015).

Em relação aos resíduos da classe B, já existe uma extensa cadeia de reciclagem estabelecida, sendo alimentada por catadores de papelão, metal, vidro, plástico e madeira, que são revendidos para a indústria para reaproveitamento posterior. Quanto aos resíduos da classe C, o gesso pertencia a este grupo até maio de 2011, quando houve a alteração do artigo 3 da Resolução 307 do CONAMA, desde então o gesso foi classificado como material classe B. Já os resíduos da categoria D são classificados como perigosos e prejudicial à saúde e requerem autorização especial de transporte para que venham a ser reprocessados quimicamente por empresa oficialmente licenciada pelo órgão competente (Baptista Junior & Romanel, 2013).

Os resíduos da Classe C não dispõem de tecnologia de reciclagem, por isso, precisam ser separados dos outros resíduos e encaminhados para aterro controlado (Santos & Marchesini, 2018). A reciclagem de determinados materiais, até o momento não é praticável em razão de questões econômicas e técnicas. Nesta situação, os resíduos são encaminhados para aterros adequados e não retornam ao ciclo produtivo (Paschoalin Filho *et al.*, 2017).

Um dos desafios mais significativos com a utilização de agregados reciclados é a sua variabilidade, propriedade inerente que reduz o leque de utilização desses insumos nas atividades específicas à construção civil. No entanto, quando ações de controle dessa propriedade são tomadas, é possível ampliar sua utilização, o que leva ao aumento do processamento de RCC, além de proporcionar benefícios ambientais por meio da diminuição da extração de material virgem, diminuição da poluição e ganhos econômicos, quando considerados a diminuição de custos obtida com a minimização de despesas com materiais na obra (Carmo, Maia & César, 2012).

Atualmente, ao avaliar as exigências legais e sociais propostas a construção civil, as atividades relacionadas ao tratamento e posterior aproveitamento dos RCC têm sido consideradas como uma das formas de fechar seu ciclo produtivo. Essa atividade tem se mostrado viável ao demonstrar os benefícios ambientais de incorporar esses resíduos em novos produtos ou utilizá-los diretamente como material alternativo substituindo os agregados naturais (Carmo, Maia & César, 2012). Preocupadas com a imagem, as empresas tendem a investir em sustentabilidade, em especial por meio da reciclagem e reaproveitamento de materiais que anteriormente eram descartados em lixões ou aterros sanitários (Gularte *et al.*, 2020).

Os benefícios econômicos alcançados com a reciclagem de RCC são eminentes a medida que são reintroduzidos na cadeia produtiva. Existem também outras vantagens, como o aumento da disputa entre as empresas por meio da redução de gastos (como deslocamento, destinação e obtenção da matéria-prima); receita gerada por meio de ganhos econômicos com a venda de resíduos recicláveis; benefícios para a imagem pública da instituição por causa da diminuição de envio de resíduos para os aterros e redução do rápido consumo dos “bota-foras” (Paschoalin Filho *et al.*, 2017).

A reciclagem e reaproveitamento de RCC se estabelece como uma alternativa para minimizar a degradação ambiental causada pelo uso indevido de materiais virgens, extração maciça de recursos naturais e disposição de resíduos em aterros sanitários ou locais não regulamentados (Carmo, Maia & César, 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1. Método

Quanto ao objetivo do estudo trata-se de uma pesquisa exploratória-descritiva, que tem como finalidade aprimorar, elucidar e transformar ideias e concepções, com o intuito de formular problemas mais específicos ou construir hipóteses a serem verificadas em estudos futuros. Frequentemente contém levantamento documental e bibliográfico, entrevistas e estudos de caso (Gil, 2019).

O estudo foi baseado no método de pesquisa fenomenológico, por meio de entrevistas semiestruturadas com informantes-chave envolvendo engenheiros civis e especialista da empresa responsável pela usina de reciclagem de RCC, que está localizada no município de Campos dos Goytacazes, situado no estado do Rio de Janeiro.

A pesquisa fenomenológica busca descrever e compreender uma situação a partir da perspectiva individual de cada participante e da visão coletiva construída. A procedência dos dados nesse tipo de método de pesquisa depende dos relatos dos participantes. Na pesquisa fenomenológica, é importante compreender os discursos e tópicos específicos e os seus significados, levando em conta a intuição e perspectiva do pesquisador para compreender a experiência dos participantes. A pesquisa fenomenológica envolve diversas etapas, como definição do problema, determinação das técnicas para coleta de informações, escolha dos participantes, obtenção de informações, análise das informações e produção do relatório final da pesquisa (Marconi & Lakatos, 2022).

Sob a perspectiva dos procedimentos técnicos, consiste em uma pesquisa bibliográfica, uma vez que é realizada por meio de consulta de diversas fontes, tais como livros, anais de eventos científicos, artigos de periódicos científicos, dissertações e teses. Atualmente com a propagação de materiais bibliográficos disponíveis em formato digital, a pesquisa realizada em bibliotecas virtuais tem se tornado cada vez mais relevantes para a pesquisa bibliográfica (Gil, 2019).

O levantamento bibliográfico desenvolveu-se por meio das seguintes plataformas de pesquisa: *Web of Science*, *Science Direct* e do Periódico CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), como pode ser observado no Quadro 6:



**Quadro 6:** Termos de busca e resultados de pesquisa.

Plataforma de pesquisa	Termo de busca	Resultados	Selecionados para consulta
<i>Web of Science</i>	<i>"recycling plant" AND "civil construction waste"</i>	1	1
	<i>"construction waste recycling plant"</i>	3	1
<i>Science Direct</i>	<i>"recycling plant" AND "civil construction waste"</i>	5	3
	<i>"construction waste recycling plant"</i>	15	3
Periódico CAPES	"usina de reciclagem" AND "construção civil"	33	8
	<i>"construction waste recycling plant"</i>	8	2

Fonte: Elaboração própria (2023).

O estudo teve como técnica para coleta de dados a entrevista semiestruturada, que são entrevistas abertas, onde as perguntas são definidas com antecedência, mas não há alternativas. O entrevistado tem liberdade de responder as perguntas de forma livre (Gil, 2019). A entrevista é uma técnica de investigação social, para coleta de informações que interessem a pesquisa em questão, através de diálogo entre duas pessoas, onde o entrevistador busca coletar dados e o entrevistado fornece informações. É uma conversa, geralmente estruturada com perguntas, realizada de forma sistemática que oferece ao entrevistador as informações necessárias (Lakatos, 2022).

Para a execução da entrevista semiestruturada com engenheiros civis (APÊNDICE B) e com os informantes-chave da empresa responsável pela usina de reciclagem (APÊNDICE C) foi desenvolvido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE D), garantindo sigilo da identificação dos entrevistados. Além disso, o termo apresentava solicitação para autorizar a publicação dos dados reunidos nas entrevistas. As entrevistas foram gravadas para serem analisadas posteriormente pelos pesquisadores.

Para um estudo de caso proporcionar bons resultados o ideal é que se analise um número entre quatro e dez casos, números menores que quatro casos podem fornecer teorias menos complexas, enquanto que com mais de dez casos, o problema passa a ter não só uma maior complexidade, como também inclui um maior volume de dados a serem processados (Paschoalin Filho *et al.*, 2021 *apud* Mintzberg & Waters, 1982). Foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com cinco engenheiros civis, a área de atuação e o tempo de experiência de cada profissional é indicada no Quadro 7. Da mesma forma foram entrevistados informantes-chave da usina de reciclagem de RCC, além da

entrevista que foi feita com os engenheiros civis, os informantes-chave também responderam uma entrevista relacionada a caracterização da usina de reciclagem de RCC.

**Quadro 7:** Qualificação e área de atuação dos engenheiros entrevistados.

Qualificação	Área de atuação e tempo de experiência
Engenheiro Civil 1	Residencial e comercial – 2 anos
Engenheiro Civil 2	Manutenção e infraestrutura – 3 anos
Engenheiro Civil 3	Reurbanização e manutenção hidráulica – 29 anos
Engenheiro Civil 4	Manutenção hidráulica de água pluviais, recapeamento e recuperação de pavimentos flexíveis – 7 anos
Engenheiro Civil 5	Manutenção predial e recuperação de pavimentos rígidos e flexíveis – 13 anos

Fonte: Elaboração própria (2023).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização da usina de reciclagem de Campos dos Goytacazes

A usina de beneficiamento e britagem de resíduos inertes foi inaugurada em 26 de julho de 2016, ficou temporariamente fechada no período entre 2017 e 2021 e voltou as atividades em 2021 (Campos dos Goytacazes, 2021). As informações a seguir foram coletadas através de entrevista com informantes-chave da empresa responsável pela usina de beneficiamento e britagem de resíduos inertes do município de Campos dos Goytacazes. A usina possui uma área de aproximadamente 2000 m<sup>2</sup>, sendo a única usina de reciclagem de RCC na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ.

A usina de reciclagem possui um britador (Figura 8) que tritura os resíduos, o mesmo funciona diariamente recebendo em média 8 caminhões de 4 m<sup>3</sup> de RCC, o britador é capaz de produzir até 80 toneladas por hora. O processo acontece da seguinte forma: o caminhão chega e deposita o RCC no pátio, o RCC passa por uma triagem mecânica, com uma retroescavadeira o material é levado para o britador, o material é triturado no britador. Depois disso o material vai passando por uma esteira e em cima da esteira tem um imã que vai separando o ferro do RCC. Em seguida o material passa por peneiras para serem separados por sua granulometria, após passar por essa separação o material é transportado por esteiras, cada esteira transporta um tamanho de agregado e os mesmos são separados em pilhas, tais como brita 1, 2 e 3, areia e pó de concreto.



**Figura 8:** Britador da usina de beneficiamento e britagem de resíduos inertes do município de Campos dos Goytacazes  
Fonte: J3 News (2018).

Os materiais produzidos na usina de reciclagem não são comercializados, os mesmos são utilizados para obras da prefeitura, como obras de urbanização, recapeamento de pista de asfalto e para base e sub base de pavimentação.

A usina visa produzir o material reciclado para estar servindo a população e com a produção de agregados reciclados diminui-se o que seria levado para o aterro sanitário, logo o tempo de vida útil do aterro se prolonga, pois serão depositados menos resíduos.

O britador da usina passa por manutenção periódica, a cada mil horas trabalhadas os componentes são verificados, como os componentes elétricos, motores, engraxe das correias da esteira, aperto dos conectores e aperto dos parafusos, pois devido ao britador possuir uma grande trepidação os componentes acabam tendo uma folga com maior frequência.

A usina conta com a colaboração de 8 funcionários, o único da equipe que possui capacitação técnica é o operador do painel elétrico do britador, os funcionários do operacional são serventes. Todos os funcionários recebem treinamento de segurança do trabalho.

#### **4.2 Síntese das opiniões expostas pelos entrevistados**

Com a finalidade de apresentar divergências e concordância entre as opiniões expostas dos entrevistados, engenheiros civis e informantes-chave da empresa responsável pela usina de beneficiamento e britagem de resíduos inertes, foi executado um esquema conforme a Figura 9:

### Utilização dos agregados reciclados nas obras

- **Engenheiro 1:** Nunca utilizou, mas não vê empecilho nenhum em utilizar. Acredita que falta conhecimento e instrução para que os agregados reciclados sejam utilizados.
- **Engenheiro 2:** Nunca utilizou, mas utilizaria. Acredita que os agregados reciclados podem ser mais econômicos.
- **Engenheiro 3:** Nunca utilizou, só usaria se acompanhasse o processo da reciclagem. Acredita que o agregado não é 100% confiável, pois o mesmo pode conter matéria orgânica.
- **Engenheiro 4:** Já utilizou e utiliza. Já utilizou o agregado reciclado para recuperação de pavimentos. Além disso reutiliza o asfalto fresado para a produção de nova massa asfáltica para recapeamento de pavimentos.
- **Engenheiro 5:** Nunca utilizou, mas usaria com certeza. Acredita que o material tem qualidade e que se passar pelo processo certo será bem aproveitado.
- **Informante-chave da Usina de Reciclagem:** Os RCC são devidamente separados, passam pelo processo de reciclagem e são bem utilizados em obras da prefeitura, como obras de urbanização e recuperação de pavimentos.

### Percepção do consumo do agregado reciclado nas obras

- **Engenheiro 1:** Poderia ser mais utilizado, falta conhecimento e divulgação do agregado reciclado. O reutilizar é muito bem visto, mas o produto e o seu processo de produção deveriam ser mais propagados.
- **Engenheiro 2:** É um material que na prática é pouco abordado. Algumas barreiras podem ser vencidas se o consumidor souber como foi o processo de reciclagem para se chegar ao produto final. Falta divulgação do agregado, alguns profissionais não sabem nem como adquirir o agregado reciclado.
- **Engenheiro 3:** Não acredita que o produto seja confiável. Deveria ter um processo de triagem melhor para que os agregados fiquem completamente limpos de impurezas. A partir do momento que houver uma confiabilidade seria ótimo para redução de custos na construção civil.
- **Engenheiro 4:** O mercado consumidor é grande, mas a procura pelo produto é muito pequena. Falta divulgação e conscientização. Deveria existir divulgação e incentivo por parte de universidades e pelo poder público.
- **Engenheiro 5:** Acredita que a baixa adesão ao uso dos agregados reciclados é uma questão cultural, do engenheiro ao servente. Não é um produto que é falado nas obras. Falta informação e divulgação de como é o seu processamento, da qualidade do material e de onde se compra.
- **Informante-chave da Usina de Reciclagem:** O que é produzido na usina de reciclagem é utilizado para obras da prefeitura. Mas em outras cidades acredita que seja mais consumido por ser comercializado.

**Figura 9:** Opinião sumária dos entrevistados organizada por tema com base nas entrevistas (continua)  
Fonte: Elaboração própria (2023).

### Contribuição do poder público para incentivar a utilização do agregado reciclado

- **Engenheiro 1:** Criando normas e leis que incentivem o uso. Através de alguma isenção de impostos para quem utiliza.
- **Engenheiro 2:** Exigir a utilização em editais de contratação em obras públicas.
- **Engenheiro 3:** Acrescentar os agregados reciclados em catálogos e boletins de composição de preço, como EMOP E SINAPI.
- **Engenheiro 4:** Conscientizando e proporcionando um curso aos profissionais da área da construção civil sobre o uso correto dos agregados reciclados.
- **Engenheiro 5:** Divulgando e informando que os agregados reciclados são tão úteis quanto os agregados naturais, que eles podem ser mais econômicos e que gera menos impacto. Para que a questão cultural seja estabelecida.
- **Informante-chave da Usina de Reciclagem:** Divulgando que o material possui um bom custo benefício, pois acredita que o agregado reciclado é mais econômico.

### Papel da usina para a implementação de práticas sustentáveis na construção civil

- **Engenheiro 1:** Muito interessante, uma vez que hoje em dia tudo que é reciclado é bem visto. Sendo uma área bem abrangente para construção civil.
- **Engenheiro 2:** Determinante, uma vez que é na usina de reciclagem que o RCC se transforma em agregado reciclado para ser utilizado nas obras.
- **Engenheiro 3:** Excelente, acredita ser uma boa visão de futuro.
- **Engenheiro 4:** Importantíssimo, e acredita que pelo tamanho da cidade poderia ter outras unidades.
- **Engenheiro 5:** Fundamental, pois é na usina de reciclagem que o RCC é processado e transformado em algo reutilizável.
- **Informante-chave da Usina de Reciclagem:** Possui uma ação sustentável, pois reduzem a necessidade de aquisição de agregado natural e reutiliza o material que seria descartado.

**Figura 9:** Opinião sumária dos entrevistados organizada por tema com base nas entrevistas (continua)

Fonte: Elaboração própria (2023).

### Aspectos técnicos relacionados a utilização do agregado reciclado nas obras

- **Engenheiro 1:** Deveria ter mais orientações sobre onde e como utilizar os agregados reciclados.
- **Engenheiro 2:** Conhece pouco sobre o agregado reciclado, mas acredita que para maior confiabilidade deveria ter certificação de testes de qualidade.
- **Engenheiro 3:** O agregado reciclado possui muitas impurezas, mas acredita que se a triagem e a produção forem bem executadas, esse problema tem solução.
- **Engenheiro 4:** As pessoas que trabalham com construção civil deveriam ter um treinamento técnico para usar os agregados reciclados, saber como e onde utilizá-los.
- **Engenheiro 5:** Acredita que o transporte do RCC para a usina de reciclagem seja uma dificuldade técnica, por ser um material que é pesado e volumoso, pois requer uma boa logística.
- **Informante-chave da Usina de Reciclagem:** Se o agregado reciclado for bem divulgado tem total condição de competir com o agregado natural.

### Perspectivas futuras em relação ao uso do agregado reciclado na construção civil

- **Engenheiro 1:** A implementação de políticas públicas e a divulgação do agregado reciclado é crucial para a implementação do mesmo no mercado. Acredita que a cultura ambiental tem crescido no cotidiano da construção civil.
- **Engenheiro 2:** Precisa de maiores atrativos financeiros para que haja uma adesão do agregado reciclado na construção civil.
- **Engenheiro 3:** Existe uma expectativa de mudança cultural na construção civil, principalmente quando isso está ligado ao custo. Acredita que a utilização dos agregados reciclados gera uma economia para o construtor, logo a tendência é a escolha do agregado reciclado por gerar uma economia.
- **Engenheiro 4:** A medida que o tempo passa as pessoas vão tendo maior consciência quanto as questões ambientais, pois dependemos do meio ambiente. A utilização dos agregados reciclados e o descarte correto do RCC são primordiais para a preservação do meio ambiente.
- **Engenheiro 5:** Só pelo fato da cidade já possuir uma usina de reciclagem de RCC já é uma expectativa. Tendo esse espaço para reciclagem gera uma esperança e expectativa dessa cultura ambiental crescer e se desenvolver.
- **Informante-chave da Usina de Reciclagem:** Acredita que com o passar do tempo a utilização dos agregados reciclados será implementada.

**Figura 9:** Opinião sumária dos entrevistados organizada por tema com base nas entrevistas  
Fonte: Elaboração própria (2023).

Observou-se que a maioria dos engenheiros entrevistados apresentam uma boa aceitação com relação a utilização dos agregados reciclados, o engenheiro 3 apresentou um pouco de receio na utilização, mas menciona que utilizaria se acompanhasse o processo de produção; o engenheiro 4 utiliza e já utilizou agregado reciclado; e o informante-chave da usina de reciclagem menciona que o agregado reciclado é utilizado em algumas obras da prefeitura. Atribuindo uma relevância primordial para que o agregado reciclado seja implantado na construção civil. Ainda assim, a maioria dos entrevistados nunca utilizou, mencionam que falta mais divulgação sobre o produto e que o agregado precisa ser mais confiável, devendo passar por um processo correto para que o mesmo tenha qualidade. A falta de informação sobre o agregado é mencionada por (Yang & Chen, 2020) e autores como (Carmo, Maia & César, 2012 e Paschoalin Filho *et al.*, 2021) destacam a necessidade de um maior controle de qualidade dos agregados reciclados, pois os mesmos apresentam uma qualidade irregular.

Os entrevistados apresentaram boas alternativas para que o poder público possa incentivar na utilização do agregado reciclado, como: divulgar que possui um bom custo benefício e que o agregado é tão útil quanto o agregado natural, conscientizar e proporcionar curso de capacitação para os profissionais da área da construção civil, criar normas que incentivem o uso, exigir a utilização em editais de contratação de obras públicas e acrescentar o agregado reciclado em catálogos e boletins de composição de preço.

Quanto ao papel da usina, todos os entrevistados acreditam que a mesma é de extrema importância para a implantação da sustentabilidade na construção civil. Visto que é na usina que o RCC é transformado em agregado reciclado e pode ser utilizado nas obras, tendo como vantagem a diminuição da extração de matéria-prima natural, a reutilização de um material que seria descartado e uma possível redução do descarte irregular de RCC. Encontrando-se em concordância com autores como (Carmo, Maia & César, 2012 e Paschoalin Filho, De Melo Conti & Frason, 2019).

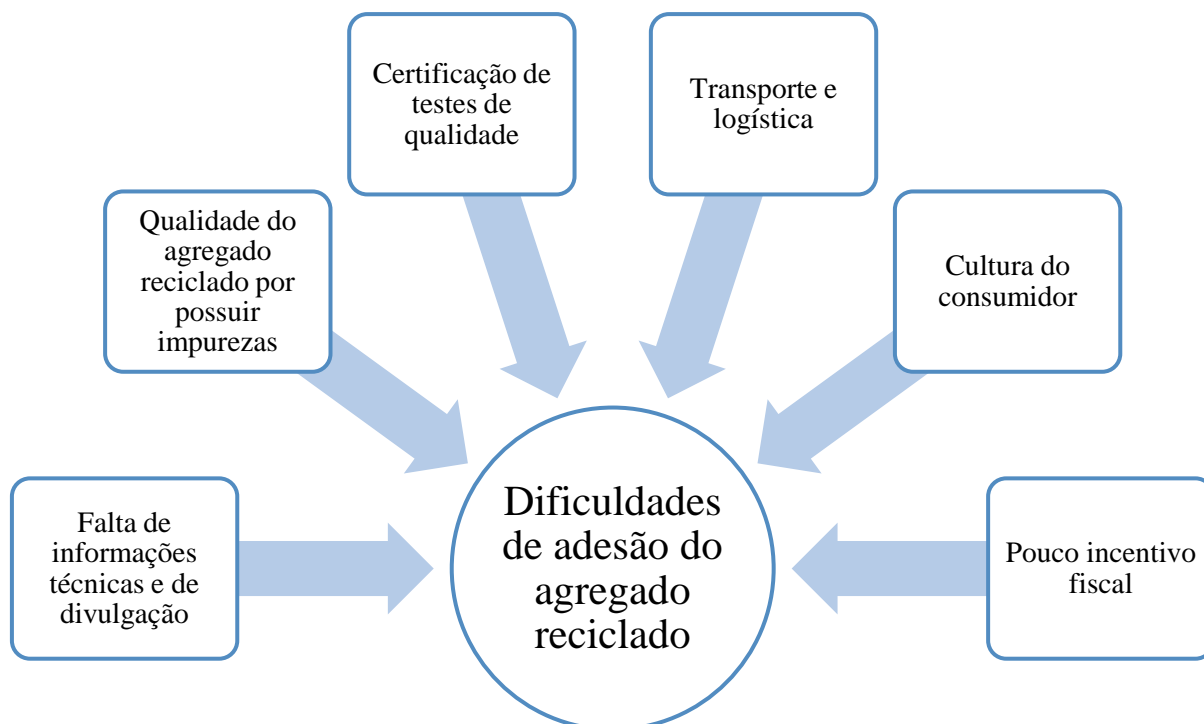
Em relação aos aspectos técnicos, os entrevistados sugerem que para uma melhor adesão do agregado reciclado é necessário maiores orientações e treinamento técnico de como e onde utilizar o agregado. E para que o agregado possua uma melhor qualidade e conseqüentemente uma aceitação maior, os entrevistados sugerem que o RCC passe por uma boa triagem para retirada de todas as impurezas, que seu processo de reciclagem seja bem executado e que os agregados reciclados tenham certificações de qualidade. O engenheiro 5 considera que o transporte do RCC para a usina de reciclagem seja uma dificuldade técnica, por ser um material que é pesado e volumoso, pois requer uma boa logística.

Acerca das perspectivas futuras relacionadas a utilização do agregado reciclado nas obras de construção civil os entrevistados apontam que só em ter uma usina de reciclagem de RCC é um grande passo, mas que esse assunto precisa ser mais divulgado. A medida que o tempo passa a consciência

ambiental e a mudança de cultura vão crescer e se estabelecer, como já tem crescido, e que com o passar do tempo a utilização dos agregados reciclados será implementada. Além disso existe a questão financeira, que é um ótimo atrativo para melhor adesão do agregado reciclado, acreditando-se que o mesmo gere uma economia na construção, mas requer maiores incentivos de políticas públicas.

O engenheiro 5 sugere que a questão de reciclagem de RCC e o uso do agregado reciclado seja um assunto abordado nas universidades e escolas técnicas, para que alunos e futuros profissionais da área da construção civil (engenheiros civis, arquitetos, técnicos em edificações e estradas) tenham esse assunto em sua grade curricular, com o objetivo de discutir e implementar uma cultura do reutilizar e uma consciência ambiental.

Sendo assim, observa-se que existe uma boa aceitação para utilização dos agregados reciclados por parte dos entrevistados, mas existem algumas dificuldades na adesão do mesmo, que foram abordadas através das entrevistas e encontram-se de forma sucinta na Figura 10. De acordo com os entrevistados para que haja um maior consumo desses agregados é necessário que o consumidor tenha mais informações consolidadas sobre o agregado reciclado e que tenha incentivo público, através de incentivos fiscais, obrigatoriedade na utilização e acrescentando os agregados reciclados em catálogos de composição de preços.



**Figura 10:** Dificuldades de adesão do agregado reciclado.  
Elaboração própria (2023).



## 5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na pesquisa indicam que embora a usina de reciclagem seja relevante para promover a sustentabilidade ambiental na construção civil, pois através do processo de reciclagem é possível a reinserção dos RCC na cadeia produtiva e conseqüentemente reduz o impacto ambiental e que, ainda, existe uma dificuldade de adesão por parte do público consumidor. Considerando que com o processo de reciclagem haverá uma diminuição dos resíduos depositados nos aterros, logo a vida útil do aterro se prolonga, e também ocorrerá a redução da extração de matéria-prima natural do meio ambiente.

Os obstáculos estão ligados a falta de informações técnicas, falta de divulgação dos agregados reciclados, qualidade variável do agregado reciclado, que pode ser melhorada através de certificação de testes de qualidade do produto. Além disso, existe a dificuldade de transporte e logística do RCC para a usina de reciclagem, a falta de incentivos fiscais e a cultura do público consumidor, que está habituado a adquirir agregados naturais.

Os dados do estudo apresentam algumas soluções que podem contribuir para que haja maior aceitação do público consumidor e como resultado um aumento do consumo por agregados reciclados, com o intuito de promover uma sustentabilidade ambiental no setor da construção civil, tais como: divulgar o produto e as informações técnicas do agregado reciclado, ter incentivo financeiro, criar normas que incentivem o uso, exigir a utilização em editais de contratação de obras públicas e acrescentar o agregado reciclado em catálogos e boletins de composição de preço. Além disso, os profissionais do setor da construção civil deveriam ter um treinamento técnico para saber como e onde utilizar o agregado reciclado e para que haja maior confiabilidade no agregado reciclado deveria ter uma certificação de qualidade.

Com isso, conclui-se que para que haja um progresso da sustentabilidade ambiental no setor da construção civil todos os agentes envolvidos devem primeiramente mudar a cultura de consumo. A consciência ambiental deve ser desenvolvida em conjunto com os estudantes e profissionais da área da construção civil, com quem constrói, com quem transporta e destina os RCC, com o poder público e com a população em geral, promovendo a cultura de reduzir, reutilizar e reciclar. Assim, se faz necessário esforços formativos, em todos seguimentos, para uma nova mudança comportamental, aliada a sustentabilidade ambiental.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Somos a ABRECON**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/a-abrecon>>. Acesso em: 09 Abril 2023.

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Entulho**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho>>. Acesso em: 09 Abril 2023.

BAPTISTA JUNIOR, Joel Vieira e ROMANEL, Celso Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** [online]. 2013, v. 5, n. 2 [Acessado 9 Julho 2021], pp. 27-37. Disponível em: <<https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>>. Epub 25 Jun 2015. ISSN 2175-3369. <https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>.

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** [online]. 2018, v. 18, n. 1 [Acessado 18 Novembro 2022], pp. 299-311. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100222>>. ISSN 1678-8621. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100222>.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 178-189, jun. 2015 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-69132015000200178&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132015000200178&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 14 Abril 2023.

BRUN, Eduardo Madeira *et al.* Economic, social and environmental aspects of the sustainability of a construction waste recycling plant. **Gestão & Produção** [online]. 2021, v. 28, n. 3 [Accessed 28 October 2022] , e5120. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1806-9649-2021v28e5120>>. Epub 02 Aug 2021. ISSN 1806-9649. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2021v28e5120>.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – Portal Oficial da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes. **Prefeitura reativa única usina de reciclagem de entulhos do interior do RJ** Disponível em: <[https://campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id\\_noticia=61908](https://campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id_noticia=61908)>. Acesso em: 10 Julho 2023.

CARMO, Daniel de Souza, MAIA, Nilton da Silva e CÉSAR, Cristina Guimarães. Avaliação da tipologia dos resíduos de construção civil entregues nas usinas de beneficiamento de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitária e Ambiental** [online]. 2012, v. 17, n. 2 [Acessado 18 Novembro 2022] , pp. 187-192. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200008>>. Epub 08 Fev 2013.

ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200008>.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 27 Março 2023.

ESA, MR; HALOG, A.; RIGAMONTI, L. Developing strategies for managing construction and demolition waste in Malaysia based on the circular economy concept. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 19, n. 3, pág. 1144-1154, 2017.

FILHO, João A. Paschoalin *et al.* Characterization of construction and demolition wastes for civil engineering uses. **Publicação organizada pelo Programa de Mestrado Profissional Stricto Sensu em Engenharia Civil da Universidade São Judas**, p. 28, 2020.

FONSECA, Thales Daniel dos Santos; JUNIOR, Leopoldo Uberto Ribeiro; BARBOSA, Luciano Floriano. ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA INCORPORAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS EM CONCRETO. **HOLOS ENVIRONMENT, Rio Claro, SP, Brasil; eISSN (eletrônico): 1519-8634**. v. 18, n. 1 (2018). Disponível em: < <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/12035>>. Acesso em: 15 Abril 2021.

GIL, Antonio C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**, 7ª edição. [São Paulo]: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597020991. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597020991/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

GULARTE, Luis Carlos Pais *et al.* Modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira da implantação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil em municípios brasileiros. **Engenharia Sanitaria e Ambiental** [online]. 2020, v. 25, n. 02 [Acessado 11 Novembro 2022] , pp. 281-291. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522020193153>>. Epub 17 Abr 2020. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020193153>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas Econômicas**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/36371-pib-cresce-2-9-em-2022-e-fecha-o-ano-em-r-9-9-trilhoes>>. Acesso em: 27 Março 2023.

J3 NEWS – Jornal Terceira Via. **Entulhos: uma usina de reclamações**. Disponível em: <<https://www.jornalterceiravia.com.br/2018/04/02/entulhos-uma-usina-de-reclamacoes/>>. Acesso

em: 10 Julho 2023.

LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. [São Paulo]: Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788597026580. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026580/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

LEVY, Salomon Mony e HELENE, Paulo R. L. Evolução histórica da utilização do concreto como material de construção. São Paulo: **EPUSP**. 2002.

LU, Weisheng *et al.* Cross-jurisdictional construction waste material trading: Learning from the smart grid. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 123352, 2020.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Metodologia Científica**. [São Paulo]: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559770670. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770670/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

\_\_\_\_\_. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

PASCHOALIN FILHO, J. A., LIMA BEZERRA, P. R., DE OLIVEIRA, J., GONÇALVES, L. R., & DE FARIA, A. C. (2017). Gerenciamento de resíduos de construção civil em edifícios residenciais no município de São Paulo. **Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental**. Disponível em :<<https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/1217>> Acesso: 09 julho 2021.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre *et al.* Usinas de reciclagem de entulho e os entraves existentes no setor da construção civil: uma pesquisa exploratória. *Exacta*, v. 19, n. 1, p. 52-72, 2021.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; DE MELO CONTI, Diego; FRASSON, Sueli. Usinas de reciclagem de entulho: importância na construção civil e dificuldades enfrentadas segundo agentes envolvidos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 38, 2019.

PREFEITURA DE BETIM – **Usina de reciclagem de resíduos da construção civil será inaugurada em Betim**. Disponível em: <https://www.betimonline.com/noticias/usina-de-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-sera-inaugurada-em-betim> Acesso em: 13 outubro 2023.

PREFEITURA DE CANOAS - **Antes mesmo de ser concluída, usina de reciclagem de Canoas já**

**destina matéria-prima para obras na cidade.** Disponível em: <https://www.canoas.rs.gov.br/noticias/antes-mesmo-de-ser-concluida-usina-de-reciclagem-de-canoas-ja-destina-materia-prima-para-obras-na-cidade/> Acesso em: 13 outubro 2023.

SANTOS, Matheus Henrique Silva; MARCHESINI, Márcia Maria Penteado. Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD). **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), [S.l.], v. 8, n. 2, p. 67-85, maio 2018. ISSN 2318-3233. Disponível em: <<http://189.2.181.205/index.php/rms/article/view/1359>>. Acesso em: 14 Abril 2021.

SANTOS, Rogério Pires; TUBINO, Rejane. Potential evaluation of the use of construction and demolition waste (CDW) in the recovery of degraded soils by mining in Brazil. **Resources, Conservation & Recycling Advances**, v. 12, p. 200060, 2021.

YANG, Chenxi; CHEN, Jianguo. Robust design for a multi-echelon regional construction and demolition waste reverse logistics network based on decision Maker's conservative attitude. **Journal of Cleaner Production**, v. 273, p. 122909, 2020.

## APÊNDICE A

Questionário aplicados aos profissionais que trabalham na área da construção civil no município de Campos dos Goytacazes para avaliar se as ações de gerenciamento estão em conformidade ao CONAMA N° 307/2002 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Ao responder a pesquisa o participante estava de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

1. Sexo: Feminino  Masculino

2. Idade:

3. Profissão:

Arquiteto

Engenheiro Civil

Construtor

Técnico em Edificações

Encarregado de Obras

Outros \_\_\_\_\_

4. A coleta de Resíduos da Construção Civil é feita por alguma empresa?

**Sim  Não  Se não, como é feita a coleta?** \_\_\_\_\_

5. A coleta de Resíduos de Construção Civil é feita por algum veículo específico?

**Sim  Não  Qual?** \_\_\_\_\_

6. Caso gere Resíduos de Construção Civil que contenham amianto, tais como telhas, caixas d'água e outros objetos, o responsável pela obra dá destinação aos mesmos como resíduo perigosos (classe D)?

**Sim  Não  Qual a destinação?** \_\_\_\_\_

7. O responsável pela obra dá destinação ambientalmente correta aos Resíduos De Construção Civil, de acordo com sua classificação, não encaminhando os mesmos para aterros de resíduos domiciliares, áreas de bota fora, encostas, corpos de água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei?

**Sim  Não  Qual a destinação?** \_\_\_\_\_

8. Algum Resíduo da Construção Civil é reutilizado na própria obra?

**Sim () Não () Como? (Cite um exemplo) \_\_\_\_\_**

9. (Para grandes geradores de resíduos de construção) a empresa elabora o Plano de Gerenciamento de Resíduos Da Construção Civil, classificando-os, contemplando as fases de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação?

**Sim () Não ()**

10. (Para Grandes Geradores de Resíduos de Construção) Como geradora de Resíduos da Construção Civil, no Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil da empresa é estabelecido objetivo prioritário de não produção de resíduos e, em segundo plano, de redução, reutilização, reciclagem e destinação final?

**Sim () Não ()**

11. Mesmo não sendo uma grande geradora de resíduos de construção, existe um plano com o objetivo prioritário de não geração de resíduos e, secundariamente, de redução, reutilização, reciclagem e destinação final?

**Sim () Não ()**

12. Os Resíduos da Construção Civil passam por alguma triagem antes de sua destinação final?

**Sim () Não ()**

13. Após triagem, os resíduos classe A são reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros?

**Sim () Não ()**

14. Após triagem, os resíduos classe B são reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura? NOTA: nos casos de embalagens de tintas imobiliárias que contenham apenas resquícios secos de tinta, estes resíduos não serão classificados como perigosos e podem ser enviados para posterior reciclagem.

**Sim () Não ()**

15. As embalagens de tintas usadas na construção civil são submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequados dos resíduos de tintas presentes nas embalagens?

**Sim () Não ()**

16. Os resíduos classe C e D são armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas?

**Sim () Não ()**

17. Os Resíduos da Construção Civil são quantificados antes da sua destinação final?

**Sim () Não ()**

18. Exceto pelo CONAMA 307/2002 e pela Lei 12.305/2010, você já recebeu orientação da prefeitura ou algum órgão quanto a destinação final ou de transbordo dos Resíduos da Construção Civil na cidade?

**Sim () Não ()**

19. Tipos de projetos:

Residenciais (Pequenas Construtoras)

Residenciais (Grandes Construtoras)

Comerciais

Outros Qual? \_\_\_\_\_

20. No projeto e no planejamento da obra existem critérios que buscam a minimização da quantidade de resíduos?

**Sim () Não () Quais? \_\_\_\_\_**



## APÊNDICE B

Roteiro utilizado na entrevista que foi executada com os engenheiros civis e com o informante-chave da empresa responsável pela usina de reciclagem de RCC em Campos dos Goytacazes. Ao responder a pesquisa os participantes estavam de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE D).

1. Você já usou ou usaria agregado reciclado em uma obra? Por que?
2. Qual é a sua percepção sobre o uso dos agregados reciclados nas obras?
3. De que forma você avalia o mercado consumidor de agregado reciclado e o que pode ser realizado para impulsionar o consumo?
4. Embora o poder público permita o uso do RCC, observa-se que os mesmos ainda são pouco utilizados nas obras de engenharia. O que motiva na escolha entre comprar agregado natural ou reciclado?
5. Como que as instituições públicas seriam capazes de influenciar a substituição do agregado natural pelo agregado reciclado?
6. Como você avalia o lançamento irregular de RCC nos espaços públicos e privados?
7. Como você avalia o papel da usina de reciclagem para a implementação de práticas sustentáveis na construção civil?
8. Quanto aos aspectos técnicos, como avalia as dificuldades para o uso de agregados reciclados nas cidades?
9. Existe alguma expectativa de mudança cultural no uso dos recicláveis para construção civil nas cidades?

Observação: as respostas foram registradas através de gravação de áudio.

## APÊNDICE C

Roteiro utilizado na entrevista que foi executada com o informante-chave da empresa responsável pela usina de reciclagem de RCC em Campos dos Goytacazes. Ao responder a pesquisa o participante estava de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE D).

1. Você já usou ou usaria agregado reciclado em uma obra? Por que?
2. Qual é a sua percepção sobre o uso dos agregados reciclados nas obras?
3. De que forma você avalia o mercado consumidor de agregado reciclado e o que pode ser realizado para impulsionar o consumo?
4. Embora o poder público permita o uso do RCC, observa-se que os mesmos ainda são pouco utilizados nas obras de engenharia. O que motiva na escolha entre comprar agregado natural ou reciclado?
5. Como que as instituições públicas seriam capazes de influenciar a substituição do agregado natural pelo agregado reciclado?
6. Como você avalia o lançamento irregular de RCC nos espaços públicos e privados?
7. Como você avalia o papel da usina de reciclagem para a implementação de práticas sustentáveis na construção civil?
8. Quanto aos aspectos técnicos, como avalia as dificuldades para o uso de agregados reciclados nas cidades?
9. Existe alguma expectativa de mudança cultural no uso dos recicláveis para construção civil nas cidades?
10. Quando a usina de reciclagem de RCC iniciou suas operações?
11. Qual a área da usina?
12. Quanto de RCC é recebido na usina?
13. Qual a capacidade de produção da usina e quanto produz por dia?
14. Explique como é o processo de reciclagem na usina.
15. A triagem dos resíduos é feita de forma manual ou mecânica?
16. Qual a quantidade de funcionários que atuam na usina de reciclagem?
17. As equipes possuem cursos de capacitação técnica para atuarem nos setores?
18. Existe algum programa de qualidade para a aquisição do agregado reciclado?
19. Os funcionários recebem treinamento na área de segurança do trabalho?
20. Quais são os produtos produzidos pela usina de reciclagem através dos RCC e onde são utilizados?
21. Os produtos produzidos são comercializados?

Observação: as respostas foram registradas através de gravação de áudio.

## APÊNDICE D

Termo de consentimento livre e esclarecido apresentado e entregue uma cópia a todos os entrevistados na pesquisa.

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Conselho Nacional de Saúde, Resoluções 466/12 e 510/16)

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa científica. Que tem como título: Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) no Município de Campos dos Goytacazes – RJ. O objetivo deste projeto é promover discussão sobre o uso de RCC reciclado, na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, visando contribuições para a sustentabilidade ambiental.

Esta pesquisa está sob responsabilidade da pesquisadora Mariáh Pereira Soares Pessanha Soares, aluna do Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense campus Macaé, endereço Rodovia Amaral Peixoto, km 164, Imboassica, Macaé – RJ, 27932-050, e-mail: mariah.psp@gmail.com, sob a orientação do Prof. Dr. José Augusto Ferreira da Silva e Prof. Dr. César Luís Siqueira Junior.

Você tem o direito de não participar deste estudo. Se você decidir integrar este estudo, você participará de uma entrevista individual que durará aproximadamente 1 hora, bem como utilizaremos seu trabalho final como parte do objeto de pesquisa. Todas as entrevistas serão gravadas em áudio. Os arquivos serão ouvidos por mim e pelo orientador da pesquisa e serão marcadas com um número de identificação e seu nome não será utilizado. Os arquivos de áudio serão utilizadas somente para coleta de dados. Os riscos relacionados à sua participação nesta pesquisa são mínimos, tais como: desconforto ao responder determinadas perguntas, divulgação de dados, tomar o tempo para responder. Para evitar ou minimizar esses riscos, sua identificação será opcional e, em nenhum momento ou circunstância, será divulgada. Assim você pode escolher não responder quaisquer perguntas que o façam sentir-se incomodado. Participar desta pesquisa não implicará nenhum custo para você e também não será remunerado como compensação pela participação. Fazendo parte deste estudo você fornecerá mais informações sobre o lugar e relevância desses escritos para própria instituição em questão. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos.

Nenhuma publicação partindo destas entrevistas revelará o nome de qualquer participante. Sem seu consentimento escrito, os pesquisadores não divulgarão nenhum dado de pesquisa no qual você seja identificado. Os pesquisadores garantem e se comprometem com o sigilo e a confidencialidade de todas as informações fornecidas por você para este estudo. Da mesma forma, o tratamento dos dados

coletados seguirá as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados (Lei 13.709/18). Você terá uma via deste termo. Você fornecerá nome, endereço e telefone de contato apenas para que a equipe do estudo possa lhe contatar em caso de necessidade. Eu concordo em participar deste estudo.

Campos dos Goytacazes, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

Assinatura (Participante):

\_\_\_\_\_

Endereço \_\_\_\_\_ Telefone \_\_\_\_\_

Assinatura (Pesquisador):

\_\_\_\_\_